COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JUIN 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Observations relatives à une Note de* M. Jamin *sur les variations de température produites par le mélange de deux liquides; par* **M. H. Sainte-Claire Deville.**

« Dans cette Note, M. Jamin écrit, en me citant, les lignes suivantes :

« M. H. Sainte-Claire Deville a essayé de rattacher ces phénomènes à la théorie mécanique de la chaleur, mais il est obligé d'admettre que, « de même que dans les machines, il » y a des pertes de force vive, de même, dans les combinaisons chimiques, il y a des pertes » de forces vives ou de température qu'on peut calculer..., c'est de la chaleur perdue ou » plutôt rendue latente, en vertu de causes tout à fait connues; ainsi la dissolution est une » cause de froid, non-seulement lorsqu'elle s'effectue entre un liquide et un solide qui se » liquéfie, mais encore entre deux liquides qui se dissolvent.... »,

qu'il accompagne de ces réflexions :

» Ces hypothèses sont malheureusement un peu vagues; elles n'établissent entre les faits et l'explication aucune relation numérique, et sont dépourvues de sanction expérimentale. Je viens à mon tour soumettre à l'Académie une idée nouvelle qui me paraît de nature à faciliter la solution de cette importante question. »

» Dans les deux phrases citées comme m'appartenant, M. Jamin, j'en

suis sûr, ne s'est pas aperçu qu'il remplaçait par des points six mots des plus importants et qui en déterminent le vrai sens. Telles que le lecteur les verra à la page 1310 du dernier *Compte rendu*, il les prendra pour l'expression de deux banalités qui n'ont même pas la valeur d'*hypothèses malheureusement un peu vagues*, et *dépourvues de sanction expérimentale*, suivant la critique sévère de M. Jamin. Dans ces deux tronçons de phrase, il n'y a toutefois qu'un rapprochement motivé entre des phénomènes que je ne peux décrire ici, et qu'une allusion à un fait à peu près généralement vérifié à propos de ce qu'on est convenu d'appeler une dissolution, par opposition avec une combinaison : la dissolution s'effectuant le plus souvent avec absorption de chaleur. Je ne suis coupable, en tout cas, d'aucune hypothèse.

» Je rétablirai donc la phrase telle qu'elle se trouve imprimée à la page 536 du tome L des *Comptes rendus* (12 mars 1860) (1) :

« Mais, de même que dans les machines il y a des pertes de forces vives, de même dans les combinaisons chimiques il y a des pertes de forces vives ou de température qu'on peut calculer *avec la règle que j'ai donnée :* c'est de la chaleur perdue ou plutôt rendue latente en vertu de causes tout à fait connues. Mais la dissolution est une cause de froid non-seulement lorsqu'elle s'effectue entre un liquide et un solide qui se liquéfie, mais encore entre deux liquides qui se dissolvent, ou même, comme l'a démontré M. Person, entre une dissolution déjà faite et l'eau dont on l'étend. »

» Ces mots supprimés : *avec la règle que j'ai donnée* suppriment en même temps le sens attaché au Mémoire que j'ai publié à cette époque. C'est, en effet, dans ce Mémoire qu'on trouvera *la règle que j'ai donnée* pour déterminer par expérience et sans hypothèse la chaleur de contraction et les pertes de force vive dans les combinaisons chimiques. C'est aussi dans ce Mémoire que j'ai publié pour la première fois les arguments contre l'affinité que j'employais depuis longtemps dans mon enseignement.

» La guerre que je fais aux hypothèses m'amène naturellement à m'occuper du zéro absolu, abstraction, fiction mathématique utile dans la Mécanique de la chaleur, mais qui ne peut être introduite dans les applica-

---

(1) Quand on cite textuellement ou d'une manière incomplète un auteur, il faut toujours donner l'indication exacte des sources auxquelles on a puisé : c'est ce que n'a pas fait M. Jamin. Aussi j'ai été très-longtemps avant de trouver le Mémoire où j'ai écrit, il y a dix ans, les lignes citées plus haut; les six mots supprimés étant les seuls qui aient trait au sujet principal de ce Mémoire. Sans cette omission de M. Jamin, je n'aurais peut-être pas réclamé.

tions qu'à une condition expresse : c'est de lui donner une interprétation claire dans chaque cas, interprétation qui fasse voir la relation qui existe entre cette abstraction et la réalité, comme on en trouve un exemple frappant dans l'énoncé du principe de Carnot.

» Il faut donc écarter cette hypothèse de nos raisonnements pratiques, ce qui est toujours possible. Ainsi M. Jamin, pour établir une formule

$$M = (\gamma - \gamma_1)t + \gamma\theta,$$

s'appuie sur l'hypothèse du zéro absolu dans une circonstance où il est bien facile de s'en passer. Voici le cas (*voir* p. 1311).

» On prend quatre vases imperméables à la chaleur : dans deux de ces vases, on introduit des poids égaux ε d'eau ; dans les deux autres, des poids égaux α d'un autre corps, l'alcool par exemple [la somme $\varepsilon + \alpha = 1^{kg}$ (1)]. La température de tous ces liquides est la même et égale à t^o. On prend un des vases pleins d'eau et l'on verse intégralement cette eau dans un des vases contenant de l'alcool, de manière à en faire un mélange homogène. En se formant, ce mélange s'échauffe jusqu'à $(t + \theta)^o$, tandis que la température de l'alcool et de l'eau, qui sont séparés dans les deux autres vases, ne change pas et reste égale à t^o. Il est nécessaire, à moins de supposer une création de forces, que la quantité de chaleur contenue dans le mélange d'eau et d'alcool à la température $(t + \theta)^o$ soit exactement la même que la quantité totale de chaleur contenue dans les éléments eau et alcool dans les deux autres vases, et qui sont toujours à la température de t^o; car nous supposons qu'il n'y a aucune perte de chaleur, par travail externe, par rayonnement ou par contact avec les vases. Prenons les trois vases restants et plongeons-les dans la glace fondante. Le mélange d'eau et d'alcool à $(t + \theta)^o$ va perdre une quantité de chaleur $\gamma(t + \theta)$, son poids étant 1 et sa chaleur spécifique γ. Les éléments séparés, eau et alcool, étant à t^o, perdront une quantité de chaleur égale à $\gamma_1 t$ (γ_1 étant la chaleur spécifique moyenne $\varepsilon c + \alpha c'$ des deux liquides, en adoptant la notation de M. Jamin). L'excès de la perte de chaleur subie par le mélange d'alcool et d'eau sur la perte de chaleur subie par les éléments de ce mélange, quand tous ces

(1) Pour bien comprendre l'article de M. Jamin et le mien, il faut d'abord corriger une faute d'impression au bas de la page 1310, où un signe + a été substitué au signe =. Ensuite il faut réparer une légère omission : évidemment les proportions ou fractions ε et α doivent avoir une somme égale à l'unité, sans quoi la capacité calorifique moyenne serait $\frac{\varepsilon c + \alpha c'}{\varepsilon + \alpha}$ et non $\varepsilon c + \alpha c'$, comme l'écrit l'auteur à la page 1311.

liquides arriveront à la même température zéro, sera

$$\gamma(t+\theta) - \gamma_1 t = (\gamma - \gamma_1)t + \gamma\theta.$$

Or, c'est précisément cette expression M à laquelle arrive M. Jamin par la considération du zéro absolu, et qui, dans tous les cas, ne peut être définie que par une somme algébrique de deux quantités de chaleur. Cette définition acceptée, l'expression

$$M = (\gamma - \gamma_1)t + \gamma\theta$$

équivaut à une identité. Comme il n'existe aucun moyen de déterminer directement M et autrement qu'en déterminant par l'expérience toutes les quantités γ, γ_1, t et θ qui entrent dans l'expression, il s'ensuit que celle-ci ne peut servir ni à prévoir ni à expliquer aucun phénomène. Par conséquent, MM. Bussy et Buignet ont tiré de leurs belles expériences les conclusions dont elles sont susceptibles à ce point de vue.

» Il n'en serait plus de même si l'on trouvait une relation numérique entre deux quelconques des quantités qui entrent dans les formules de ce genre : si, par exemple, on trouvait une relation entre les valeurs des chaleurs spécifiques des éléments et la température résultant de leurs réactions chimiques. C'est là ce qui m'avait fait entreprendre ce travail, dans lequel j'ai introduit la notion de la chaleur de contraction et des pertes de température ou de force vive. M. Hautefeuille et moi, nous avons fait un grand nombre d'expériences sur ce sujet; nous nous sommes aperçus que des différences très-petites dans les données des calculs et des corrections influaient d'une manière prépondérante sur les résultats. Les coefficients de dilatation, les chaleurs spécifiques doivent être déterminés avec une rigueur telle, que nos méthodes expéditives d'observation ont dû être changées. Nous avons momentanément abandonné ce sujet pour le reprendre dès que nous pourrons le traiter dans des conditions de meilleure expérimentation. »

« **M. Jamin** annonce qu'il fera une réponse à la Note de M. H. Sainte-Claire Deville, quand il aura pu en prendre connaissance dans les *Comptes rendus.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur de nouveaux dérivés de la triéthylphosphine; par* **MM. Aug. Cahours** *et* **H. Gal.**

« Nous avons fait voir, dans une Note précédente, qu'il se produisait par l'action réciproque du bichlorure de platine et de la triéthylphosphine

un composé représenté par la formule

$$Ph(C^4H^5)^3, PtCl,$$

qui, dans la série des phosphines, représente le correspondant du sel vert de Magnus. Ce composé, qui se sépare de sa dissolution alcoolique sous la forme de prismes longs et opaques, jaune de soufre, et d'une solution éthérée sous la forme de prismes volumineux, transparents, jaune de succin, fond à 150 degrés et n'éprouve aucune altération d'une température de 250 degrés. Sa densité est de 1,50 à 10 degrés.

» Une solution alcoolique de ce produit, maintenue pendant plusieurs heures à la température de 100 degrés dans des tubes scellés à la lampe, dépose des cristaux nets et brillants du composé blanc isomérique. Nous avons constaté que, dans ces circonstances, la transformation était complète.

» Les cristaux jaunes, insolubles dans l'eau pure, se dissolvent dans ce liquide, lorsqu'on le porte à l'ébullition, après l'avoir préalablement additionné de triéthylphosphine. La solution, qui est incolore, étant évaporée rapidement, fournit des cristaux prismatiques incolores qui, soumis à l'analyse, immédiatement après leur formation, nous ont donné des nombres qui conduisent à la formule

$$[Ph(C^4H^5)^3]^2, PtCl.$$

» Ce composé, qui correspond au sel de Reiset $(AzH^3)^2 PtCl$, abandonne spontanément à la longue 1 équivalent de triéthylphosphine et reproduit $Ph(C^4H^3)^2 PtCl$, sous forme de la variété blanche.

» Cette tranformation se produit très-rapidement lorsqu'on maintient la combinaison à la température de 100 degrés, phénomène entièrement semblable à celui que présente le sel de Reiset, qui, sous l'influence de la chaleur, se dédouble en ammoniaque et en un isomère du sel de Magnus.

» La solution du composé précédent précipite les sels d'argent (sulfate, azotate, acétate, etc.), en donnant naissance aux sels correspondants.

» Traitée par AgO, HO, elle fournit une liqueur fortement basique, qui, neutralisée par l'acide chlorhydrique, reproduit le composé

$$[Ph(C^4H^5)^3]^2, PtCl.$$

» Ajoute-t-on à cette liqueur une solution de bichlorure de platine, il se produit un précipité brun-marron qui se dissout en faible proportion dans l'alcool même bouillant et s'en sépare par un refroidissement gradué sous la forme de cristaux bruns très-nets.

» L'analyse de ces cristaux desséchés sous une cloche à côté d'un vase

renfermant de l'acide sulfurique concentré nous a fourni les résultats suivants :

I. $0^{gr},403$ de matière ont donné $0^{gr},205$ d'eau et $0^{gr},401$ d'acide carbonique;

II. $0^{gr},223$ du même produit ont donné $0^{gr},168$ de chlorure d'argent,

résultats, qui, traduits en centièmes, conduisent à la formule

$$[Ph(C^4H^5)^3]^2, PtCl, PtCl^2.$$

» En effet, on a

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Exigé.
Carbone	27,1	»	26,9
Hydrogène	5,6	»	5,5
Phosphore	»	»	»
Chlore	»	18,8	19,7
Platine	»	»	»

» Il résulte donc de l'ensemble des faits que nous avons fait connaître que la triéthylphosphine peut, à la manière de l'ammoniaque, former, par son union avec le protochlorure de platine, deux composés qui correspondent de la manière la plus nette aux sels de Magnus et de Reiset. Et, de même que le sel de Reiset abandonne, lorsqu'on le chauffe, la moitié de l'ammoniaque qu'il renferme, pour engendrer un isomère du sel de Magnus, de même aussi le composé correspondant formé par la triéthylphosphine laisse pour résidu, lorsqu'on le place dans des circonstances analogues, la substance blanche isomère du sel jaune.

» Remplace-t-on la solution de bichlorure de platine par une solution de sesquichlorure d'or, on obtient un précipité d'un beau jaune cristallin. Ce dernier, purifié par une cristallisation dans l'alcool, donne à l'analyse des nombres qui conduisent à la formule

$$[Ph(C^4H^5)^3]^2, PtCl, Au^2Cl^3.$$

» Le chlorure de palladium se comporte, à l'égard de la triéthylphosphine, de la même manière que le chlorure de platine. On observe la production de phénomènes analogues, et l'on obtient finalement un sel jaune insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool bouillant, d'où il se sépare par le refroidissement sous la forme de magnifiques prismes jaune de soufre. L'éther le dissout en petite proportion et l'abandonne par l'évaporation spontanée, sous la forme de gros prismes transparents d'un jaune de succin.

» Soumis à l'analyse, ce produit nous a donné les résultats suivants :

I. $0^{gr},270$ de substance ont fourni, par la combustion avec l'oxyde de cuivre, $0,175$ d'eau et $0,338$ d'acide carbonique;

II. $0^{gr},325$ du même produit ont donné $0,215$ d'eau;

III. $0^{gr},370$ de matière ont donné $0,253$ de chlorure d'argent.

» Ces résultats, traduits en centièmes, conduisent aux nombres suivants :

	I.	II.	III.
Carbone..........	34,51	34,40	»
Hydrogène........	7,21	7,34	»
Chlore...........	»	»	17,03

qui s'accordent avec la formule

$$Ph(C^4H^5)^3, PdCl.$$

» Cette dernière exige en effet les nombres suivants :

C^{12}..................	72,0	34,83
H^{15}..................	15,0	7,25
Ph..................	31,0	14,98
Pd..................	53,2	25,76
Cl..................	35,5	17,18
	206,7	100,00

» Insoluble dans l'eau pure, le sel de palladium se dissout facilement dans l'eau chargée de triéthylphosphine. Cette dissolution, qui est incolore, ne forme pas de chloroplatinate.

» L'évaporation ou l'ébullition de la liqueur, en déterminant la séparation de la triéthylposphine, laisse déposer le sel de palladium parfaitement intact. Il ne se produit donc pas ici de phénomène anologue à celui qu'on observe avec le sel jaune de platine, qui, dans les mêmes circonstances, se transforme en un produit isomérique.

» Lorsqu'on ajoute de la triéthylphosphine à une dissolution concentrée de sesquichlorure d'or dans l'alcool, la couleur du liquide va s'affaiblissant progressivement, finit bientôt par disparaître. Si l'on maintient le mélange des matières pendant quelques minutes à une température voisine de 100 degrés, puis qu'on ajoute de l'eau, la liqueur se trouble et laisse déposer un précipité blanc cristallisé. Ce dernier, redissous dans l'alcool, s'en sépare par l'évaporation sous la forme de longs prismes incolores d'une grande beauté.

» Soumis à l'analyse, ce composé nous a fourni les nombres suivants :

Carbone	20,1
Hydrogène	4,4
Or	56,1
Chlore	9,8

» La formule $Ph(C^4H^5)^3Au^2Cl$ exige

C	20,4
H	4,5
Au	56,6
Cl	10,0

» Il se produirait donc dans ces circonstances, comme dans le cas du bichlorure de platine, un phénomène de réduction accompagné de la formation d'un composé semblable au sel jaune platinique. Nous poursuivons en ce moment l'étude de ce composé, qui nous paraît présenter un certain intérêt. »

M. Is. Pierre fait hommage à l'Académie du troisième volume de ses « Études théoriques et pratiques d'Agronomie et de Physiologie végétale ».

MÉMOIRES LUS.

M. Tremblay donne lecture d'une Note relative à un moyen qu'il propose pour mettre fin à la sécheresse.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. H. Scoutetten soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé « De l'électricité du sang chez les animaux vivants, de l'anesthésie, et de l'unité des forces physiques et vitales ».

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. E. Rabot adresse un « Mémoire sur une méthode d'assainissement des hôpitaux, hospices et asiles envahis par le typhus, la pourriture d'hôpital, etc. ».

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. Déclat adresse une Lettre relative au traitement de la fièvre typhoïde par l'acide phénique.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. C. de Freycinet, en adressant à l'Académie un nouveau volume qu'il vient de publier, avec le titre « Principes de l'assainissement des villes », exprime le désir que ce livre soit joint au Traité d'assainissement industriel qu'il a déjà présenté pour le concours des prix des Arts insalubres.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un opuscule adressé par *M. C. Poelman*, de Gand, sur le « Travail fonctionnel chez l'homme ».

M. le Secrétaire perpétuel signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de *M. Dieulafait*, portant pour titre « Étude sur la zone à *Avicula contorta* et l'infralias dans le sud et le sud-est de la France ».

« M. de Verneuil fait remarquer que, dans ce Mémoire, qui n'est qu'un chapitre de la description géologique du Var, dont M. Dieulafait est chargé, l'auteur arrive, à la suite d'observations multipliées, à deux conclusions intéressantes :

» 1° L'infralias et la zone à *Avicula contorta* sont beaucoup plus développés qu'on ne le pensait dans le sud et le sud-est de la France. Ils s'étendent, presque sans interruption, depuis le département des Bouches-du-Rhône jusqu'au fleuve du Var.

» 2° Cette série de dépôts est discordante avec le trias sur lequel elle repose, puisque la partie supérieure de ce dernier, formé par les marnes irisées, manque en Provence, ainsi que M. Élie de Baumont l'avait déjà fait remarquer.

» A sa partie supérieure, l'infralias offre certaines affinités avec le lias; ainsi, dans la Provence septentrionale, là où la formation liasique est complète, on constate que l'infralias, tout en conservant sa physionomie, se rattache manifestement au lias; mais ce dernier ne s'avance pas dans la partie orientale du Var, ni vers l'Italie, tandis que l'infralias n'est ni interrompu, ni même modifié, quand le lias disparaît tout entier. Il en résulte une certaine indépendance entre les deux formations, d'où l'auteur con-

clut que l'ensemble de couches qu'il désigne sous le nom d'*infralias* et *zone* à *Avicula contorta* est un étage qui, à tous les points de vue et surtout au point de vue stratigraphique, possède une individualité et une indépendance remarquables vis-à-vis des dépôts entre lesquels il est compris, plus tranchées toutefois avec le trias qu'avec le lias. »

M. **Dumas** communique à l'Académie une Lettre de *M. H. Bouilhet*, relative à la production des dépôts de nickel galvanique.

Cette Communication est accompagnée d'une Lettre de *M. de Jacobi*, constatant que ces dépôts peuvent être effectués tout aussi bien par d'autres sulfates de nickel, que par le sulfate de nickel et d'ammoniaque. Un échantillon de nickel en lame, obtenu dans un bain de sulfate de nickel et de magnésie, vient à l'appui de cette assertion. M. de Jacobi fait observer cependant que les dépôts de nickel réussissent beaucoup mieux lorsqu'on emploie une anode de nickel fondu bien pur, que si l'on entretient la saturation du bain par l'addition de sulfates doubles de nickel solubles. Le nickelage employé en Russie, il y a plusieurs années, pour remplacer l'aciérage des planches gravées de cuivre, a été abandonné simplement parce que la couche de nickel ne peut pas être détachée aussi facilement que la couche d'acier, dans le cas où la planche vient à être endommagée.

Une Lettre de *M. Klein* rappelle que le procédé adopté pour obtenir ces dépôts, à l'Imprimerie impériale des papiers d'État, à Saint-Pétersbourg, était le procédé indiqué autrefois par M. Becquerel, dans les *Comptes rendus*, et consistant dans l'emploi d'un sel double de nickel et d'ammoniaque. Il avait été modifié simplement par l'introduction d'une anode de nickel, ce que M. Klein ne considère pas comme constituant une modification importante du procédé lui-même. Enfin, non-seulement on n'a jamais été obligé de prendre aucune précaution spéciale pour éviter la présence de traces d'alcalis dans le bain, mais l'expérience a montré que l'on peut obtenir des dépôts réguliers dans des bains contenant des quantités considérables de sulfates de potasse et de soude. C'est M. Klein qui a préparé la plaque de nickel, obtenue dans un bain de sulfate double de nickel et de magnésie, qui est adressée par M. de Jacobi.

M. Bouilhet ajoute qu'il a lui-même entrepris, avec M. Ehrmann, dans le laboratoire de MM. Christofle et Cie, une série d'expériences sur les dépôts de nickel, dont ils espèrent pouvoir bientôt faire connaître les résultats à l'Académie.

SYSTÈME MÉTRIQUE. — *Sur le choix de l'unité angulaire.* Note de **M. J. Hoüel**, présentée par M. d'Abbadie.

« Les études que j'ai poursuivies sans relâche, pendant plus de douze ans, sur la construction des Tables numériques et sur leur emploi dans les calculs de Mécanique céleste, serviront peut-être d'excuse à mon intervention dans le débat qui vient de s'élever devant l'Académie entre MM. d'Abbadie, Yvon Villarceau et R. Wolf, au sujet du choix de l'unité angulaire que l'on doit soumettre à la division décimale.

» La question se présente sous deux faces, suivant qu'on la considère au point de vue des calculs d'Astronomie pratique, appliqués immédiatement aux données de l'observation, ou à celui des Mathématiques pures, en y comprenant tous les calculs auxiliaires qui relient les résultats observés aux lois théoriques.

» Je ne me trouve pas assez compétent en Astronomie pratique pour me croire en mesure de contester les assertions de deux astronomes aussi expérimentés que MM. Wolf et Villarceau. Je ferai seulement remarquer que, dans les calculs de réduction des observations, par exemple, grâce aux procédés abrégés et aux Tables qu'on peut employer, on n'a guère besoin de Tables trigonométriques très-étendues, et que chaque astronome peut, en quelques heures, construire pour son usage personnel des Tables à 3 ou à 4 décimales, appropriées à ses habitudes et à ses méthodes préférées.

» Mais, lors même que les nécessités de l'Astronomie pratique exigeraient davantage, je ne vois aucune raison pour ne pas construire des Tables *spéciales* à l'usage des astronomes, comme on en a construit à l'usage des marins, et pour imposer aux autres branches de Mathématiques appliquées un système dont les inconvénients ne me semblent pas douteux. On a dressé ainsi des Tables sexagésimales procédant par secondes de temps, et rien n'empêcherait de faire des Tables décimales analogues. Au pis-aller, les astronomes continueraient à convertir le temps en arc, et réciproquement, au moyen de multiplications et de divisions par 4, qui offriraient bien moins de difficultés dans le système décimal que dans l'ancien système.

» Je passe au second point de vue, sur lequel je crois avoir pu me former une opinion motivée, et qui correspond aux branches des Mathématiques appliquées dans lesquelles on trouve à exécuter les plus longues séries de calculs à l'aide des Tables les plus étendues. Ici je n'hésite pas à énoncer une conviction pleinement d'accord avec celle de M. d'Abbadie, savoir : que, pour tout ce qui concerne la Mécanique céleste, la Géodésie, la Topo-

graphie, la Physique et les déterminations numériques que l'on rencontre dans l'étude des Mathématiques pures, le quadrant est l'unité *naturelle*, indiqué de la manière la plus claire par l'examen des procédés pratiques, aussi bien que par les diverses théories du Calcul intégral qui conduisent aux transcendantes circulaires et à celles qui leur sont analogues (1).

» M. Yvon Villarceau a fait ressortir, avec juste raison, l'analogie qui existe, comme on sait, entre les fractions de l'unité angulaire et la partie décimale d'un logarithme. Pour trouver le logarithme d'un nombre donné, on commence par faire abstraction de sa partie entière ou *caractéristique*. Il faut donc, pour que l'analogie soit complète, que lorsqu'on cherche une fonction d'un angle donné, on puisse, à simple vue, faire abstraction de la *caractéristique* de l'angle et ne s'occuper que de sa partie décimale.

» C'est précisément ce que l'on fait dans la pratique. Seulement cette caractéristique est représentée, dans la division sexagésimale, par les multiples de 90; elle le serait, dans le système de MM. Wolf et Villarceau, par les multiples de 0,25, ce qui ne rendrait par les soustractions plus faciles. Dans le vrai système naturel, la caractéristique est un des nombres 0, 1, 2, 3, et la recherche à faire dans la Table ne porte que sur la partie décimale, *prise telle qu'elle est*.

» A la vérité, la soustraction d'un nombre tel que 25, 50 ou 75 ne constitue pas une opération bien pénible. Cependant, comme Gauss en a fait plusieurs fois la remarque, lorsqu'il s'agit d'une longue suite de calculs, toute opération, si simple qu'elle soit, devient un embarras et une cause de fatigue et d'erreurs, dès qu'elle doit être répétée des centaines de fois.

» Il vaut donc mieux supprimer entièrement ces opérations auxiliaires. Dès lors la marche à suivre pour trouver un sinus, par exemple, devient analogue de tout point à la recherche d'un logarithme ordinaire. Dans la division décimale du quadrant, la caractéristique, suivant qu'elle est paire ou impaire, indique si c'est un sinus ou un cosinus qu'il faut chercher dans la Table, et sa valeur fait voir en même temps le signe qu'il faut attribuer à cette fonction. Le reste s'achève en ne tenant compte que de la partie décimale. L'expérience montre d'ailleurs combien cette simplification est utile pour la révision des calculs, en supprimant presque entièrement une

---

(1) Ainsi Jacobi, celui peut-être de tous les géomètres qui a le plus excellé dans le choix des notations, s'est bien gardé d'exprimer les périodes des fonctions elliptiques autrement qu'en *quadrants* elliptiques.

des principales sources d'erreurs dans les calculs trigonométriques : la confusion entre les divers quadrants du cercle.

» La chose est tellement vraie, que, même dans l'usage des Tables sexagésimales, j'ai toujours trouvé un grand avantage à ne compter les degrés que jusqu'à 90, en mettant à part le nombre des quadrants, comme autrefois on mettait celui des *signes*, et j'ai reconnu que cette complication apparente augmentait notablement la sûreté et la promptitude du calcul.

» Il reste à parler des facilités que chacune des divisions proposées offre pour la construction de Tables trigonométriques d'un usage commode. Dans le système sexagésimal, on divise le quadrant en 5400, en 32400 ou en 324000 parties, suivant que la Table doit procéder par minutes, par dizaines de secondes ou par secondes. La pratique nous enseigne que, si la division en 5400 parties est commode pour les Tables à 5 décimales, la division par 32400 correspond à des différences tabulaires trop fortes avec 7 décimales, tandis que la division par 324000 grossit démesurément le volume des Tables. Si l'on prend pour unité le cercle entier, les divisions du quadrant en 2500 et en 25000 parties donneraient des intervalles trop considérables pour les Tables à 5 et 7 figures, tandis que la division en 250000 parties aurait le même inconvénient que celle en secondes. Au contraire, en expérimentant même sur les Tables si défectueuses qu'on a construites jusqu'ici d'après la division décimale du quadrant, on voit clairement que les divisions en 10000 et en 100000 parties sont celles qui conviennent le mieux pour les Tables à 6 et 7 décimales.

» Enfin la division fondée sur l'adoption du cercle comme unité nécessiterait un nouveau calcul des Tables trigonométriques, tandis que le travail existe tout fait pour la division décimale du quadrant. Le Recueil des grandes Tables du cadastre, dont la Bibliothèque de l'Institut possède un exemplaire, est resté jusqu'à ce jour complétement inutile, tandis que l'on en pourrait tirer, par de simples copies, une série de Tables trigonométriques à 6, à 7 et même à 8 décimales comme semblent en réclamer aujourd'hui les besoins de la Géodésie.

» En résumé, l'adoption de la division décimale du cercle entier ne donnerait qu'une satisfaction incomplète aux désirs des géomètres qui s'occupent de calculs de longue haleine, exigeant une grande précision. Elle bouleverserait les habitudes acquises bien plus que ne le ferait la division directe du quadrant. Elle forcerait à recommencer tout le calcul des fonctions circulaires, laissant inutile le gigantesque monument que la France

avait élevé à la science du calcul, et par ces difficultés accumulées ajournerait indéfiniment la réalisation d'une réforme, qui peut s'opérer immédiatement et dans de bien meilleures conditions. »

« **M. Yvon Villarceau** maintient que la division décimale de la circonférence est préférable à celle de l'angle droit : il ne reproduit pas les motifs exposés dans sa Communication faite dans la séance du 13 juin; il se borne à les rappeler. Une seule objection lui paraît avoir été présentée par M. d'Abbadie : « Il faudrait se résoudre à calculer de nouvelles Tables tri- » gonométriques. » Est-il nécessaire de faire remarquer que le calcul se réduirait à une simple interpolation des Tables existantes? D'ailleurs, la stéréotypie ne dispense pas de refaire à nouveau la composition des Tables trigonométriques; puisque les types s'usent encore assez rapidement.

» L'objection à laquelle il est fait allusion ne sera certainement pas reproduite, quand les astronomes et les géomètres auront résolu de réformer le système de numération en usage pour les angles et le temps. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Remarques sur la dernière éclipse de Soleil observée aux États-Unis; par* **M. J.-N. Lockyer.**

« J'ai reçu, grâce à l'obligeance de MM. les professeurs Winlock, Morton et Newton, des photographies et des comptes rendus inédits des observations de la dernière éclipse totale de Soleil en Amérique. Je m'empresse de profiter de la discussion engagée sur ce sujet, pour soumettre au plus tôt à l'Académie quelques remarques qui s'y rattachent.

» Les points suivants sont ceux que j'espérais voir particulièrement décidés par cette éclipse :

» 1° Est-il possible d'établir une distinction entre la chromosphère et la *corona?*

» 2° Quel est le témoignage positif de la photographie, sur la structure de la base de la chromosphère, par rapport aux photographies agrandies de l'éclipse de 1860, par M. W. de la Rue?

» 3° Quelle est la mesure de l'action de l'illumination de notre atmosphère pour oblitérer le spectre de la chromosphère?

» 4° Existe-t-il, au-dessus des proéminences, de l'hydrogène plus froid?

» 5° Le spectroscope peut-il déterminer la nature de la corona pendant les éclipses?

» Quant à la première question, les preuves sont concluantes. La chromosphère, ayant un *rayonnement*, comme l'appelle le Dr Gould (le bord du rayonnement ressemble étonnamment au bord de la chromosphère, sur les points observés par la fente ouverte), ne peut se confondre avec la corona. Le Dr B.-A. Gould écrit, à ce sujet, dans une Lettre au professeur Morton :

« En examinant les belles photographies exécutées à Burlington et Ottumwa, par les détachements de votre expédition, sous la direction des professeurs Mayer et Ataines, et en les comparant avec mes esquisses de la corona, je suis arrivé à la conviction que le rayonnement autour de la Lune, dans les images prises pendant la totalité, n'est point la corona, mais représente, en réalité, ce que M. Lockyer a nommé la *chromosphère*.

» Ce fait intéressant est indiqué par bien des considérations. Les directions du maximum de rayonnement ne coïncident point avec celles des grands rayons de la corona. Elles restent constantes, tandis que ces dernières sont variables. Il y a un diamètre correspondant approximativement à l'axe solaire, vers les extrémités duquel le rayonnement dans les photographies est minimum, tandis que les rayons de la corona, dans la même direction, étaient particulièrement marqués pendant une grande partie de l'obscurcissement total. Les rayons de la corona n'avaient aucune relation apparente avec les protubérances, tandis que l'auréole dans les photographies est surtout prononcée dans leur voisinage immédiat. En effet, la grande protubérance de 230 à 245 degrés paraît avoir formé la limite sud du rayonnement du côté occidental, tandis qu'une limite nord bien marquée se montre, dans toutes les photographies, vers 350 degrés : l'espace intermédiaire étant semé de protubérances serrées, que la Lune laissait voir vers la fin de la totalité. Les belles masses de lumière floconneuse, sur le contour suivant, se trouvent des deux côtés de la curieuse proéminence à 93 degrés, qui ressemblait d'abord, comme vous l'avez dit, à un épi de blé, mais qui, dans les images suivantes, lorsque l'occultation croissante en avait fait mieux ressortir la branche sud, a été comparée par quelques observateurs aux deux cornes d'une antilope. Tout ce que les photographies montraient de cette auréole a été occulté ou rendu visible par le mouvement lunaire, précisément comme les protubérances. Les changements de forme de la corona, au contraire, ne paraissent pas dépendre le moins du monde du mouvement de la Lune. Les curieuses et élégantes traces de structure, dans les agrégations spéciales de lumière du côté oriental, peuvent être d'une grande valeur, pour nous amener à une connaissance plus complète de la chromosphère. Elles sont visibles dans toutes les photographies de votre expédition que j'ai vues, mais particulièrement marquées dans les plus rapides, comme la première prise à Ottumwa. On peut en découvrir, mais de moins distinctes, de l'autre côté du Soleil dans des vues plus récentes; cependant le contour irrégulier et dentelé de la chromosphère, tel qu'il a été décrit par M. Jansen et par M. Lockyer, s'y montre d'une manière parfaite. »

» Le second point est aussi traité dans la même Lettre. Je crois que les photographies américaines prouvent que certaines apparences, dans celles de M. de la Rue, qui représentent la chromosphère comme ondulée par le bas, proviennent en réalité d'une certaine action à la surface de la Lune

ou d'une atmosphère lunaire raréfiée, de sorte qu'il ne faut pas les confondre avec d'autres effets, dus à la suspension possible de la chromosphère dans une atmosphère transparente, dans le cas où l'on n'aurait dans la photographie qu'une section de la chromosphère.

» Le Dr Gould écrit :

« Vous observerez que quelques-uns des plus brillants flocons de lumière, en forme de pétales, ont produit des dentations apparentes dans le contour de la Lune, à leur base, comme celles qui sont à la base des protubérances. Ces dentations proviennent d'une réflexion spéculaire à la surface de la Lune, ainsi que je l'ai énoncé le mois dernier à l'Association américaine, à Salem. Tous les doutes que j'aurais pu avoir à ce sujet auraient été écartés par l'examen des photographies.

» Là où la chromosphère est d'une clarté si uniforme que l'effet actinique sur le cliché est à peu près égal, la base de la chromosphère dans les photographies américaines est parfaitement continue, mais dans quelques grandes proéminences, particulièrement celles de + 146 (Young) et — 130 (Young), il y a de fortes dentations apparentes sur le contour de la Lune. »

» Je passe à l'effet oblitérant de l'illumination de notre atmosphère sur le spectre de la chromosphère. Il est considérable. Par le fait, les preuves en sont plus fortes que je ne l'eusse désiré, quoiqu'elles ne dépassent pas mes anticipations. Le professeur Winlock, dans une Lettre qu'il m'écrit, s'exprime ainsi à ce sujet :

« J'ai examiné les principales protubérances avant, pendant et après la totalité. J'ai vu trois lignes (C près de D et F) avant et après la totalité, et onze pendant la totalité ; huit lignes s'éteignirent instantanément dès la première apparition de la lumière solaire. Cet effet a été observé avec deux prismes de flint et un objectif de sept pouces d'ouverture. »

» Le professeur Young, avec cinq prismes de 45 degrés et 4 pouces d'ouverture, a obtenu les mêmes résultats dans la partie du spectre qu'il examinait à la fin de la totalité ; il écrit :

« Je venais de terminer le mesurage de 2,602 lorsque la totalité finit. Cette ligne disparut instantanément, mais 2,796 (la ligne de l'hydrogène près de G) mit une minute à reprendre sa faible clarté ordinaire. »

» Ces observations sont, à mon avis, de la plus haute importance. Elles montrent d'une manière irréfragable que, comme je l'ai dit dans mon Rapport au Comité de l'allocation du Gouvernement, la nouvelle méthode, pour se trouver dans les meilleures conditions, doit se pratiquer avec des instruments à grande ouverture et à grande dispersion.

» Nous n'avons, sur le quatrième point, qu'un témoignage négatif, et, par conséquent, favorable à l'opinion que j'ai exprimée il y a quelque temps à la Société Royale.

» Passant à la question de la corona, question rendue plus difficile que jamais, mais seulement en apparence, à ce que je crois, par les observations américaines, je me propose de discuter seulement les observations spectroscopiques des professeurs Young et Pickering, en les rapprochant des remarques précitées du Dr Gould.

» Je m'occuperai, en premier lieu, du spectre continu, déduit des observations du professeur Pickering.

» Je pense qu'avec une pareille méthode d'observation, lors même que la corona serait terrestre et donnerait un spectre de lignes obscures, les lignes visibles avec un si faible éclat seraient oblitérées, en grande partie, par les lignes brillantes correspondantes provenant du long arc de la chromosphère visible, pour ne pas parler des saillies (ou proéminences) dans lesquelles il serait étrange que C, D, E, *b*, F et bien d'autres lignes ne fussent pas renversées. Cette suggestion est corroborée, ce me semble, par le fait que deux lignes brillantes ont été vues près de C et près de E. Ne vaudrait-il pas mieux lire (puisque le mot *près* montre qu'il ne s'agit que d'approximation) C et F, précisément ce qu'on pouvait attendre? Mais ce n'est pas là tout ce qu'on peut hasarder au sujet du spectre continu qui a été vu par le professeur Young dans des conditions différentes.

» En admettant que la corona ne soit, en partie du moins, comme je l'ai affirmé, qu'un effet atmosphérique, il me semble que son spectre devrait être continu, ou à peu près; car ne provient-il pas autant de la lumière des saillies (proéminences) que de celle de la photosphère, lumières qu'on peut considérer, en gros, comme complémentaires l'une de l'autre?

» Quant à la théorie de l'aurora, je conclus de la lettre du professeur Young que, s'il ne l'a déjà retirée, il attend impatiemment les faits nouveaux que donnera la prochaine éclipse. Elle me paraît condamnée, par le fait que je trouve la ligne 1474 tantôt visible, tantôt invisible; en effet, dans l'hypothèse proposée, elle devrait être toujours visible.

» L'observation de la vapeur de fer, comme je dois l'admettre à cette élévation, est de la plus haute valeur, en regard de son spectre simple, vu pendant une éclipse, en ce qu'elle confirme complétement les observations que j'ai faites à un niveau plus bas, non-seulement pour le fer, mais encore pour le magnésium. »

GÉOMÉTRIE. — *Corollaire au théorème de* M. Crofton. Note de **M. R. Hoppe**, présentée par M. Serret.

« Dans les *Comptes rendus* (t. LXV, p. 994), on trouve le théorème suivant, ingénieusement déduit au moyen de simples conclusions de probabilités, par M. Crofton.

» *Soit un contour convexe de forme quelconque, dont la longueur totale est* L, *et qui renferme un espace* Ω; *si l'on appelle* ϑ *l'angle des deux tangentes menées d'un point extérieur* (x, y) *à ce contour, on aura l'intégrale*

$$\iint(\vartheta - \sin\vartheta)\,dx\,dy = \tfrac{1}{2}L^2 - \pi\Omega,$$

pour toute la surface du plan extérieure au contour.

» Plus tard, M. Serret a donné (*Annales de l'École Normale*, t. VI, p. 177) une démonstration de ce théorème, en effectuant l'intégration et la sommation qu'il faut suivre relativement à un polygone, d'où résulte une conclusion facile à sa validité générale. On peut cependant observer que le procédé de M. Serret met au jour *trois résultats* en même temps. Car l'expression de l'intégrale étendue sur l'aire, qui appartient à deux points fixes de contact, se compose de trois parties, dont la première est la somme de *polygones,* la seconde la somme de *secteurs circulaires,* et la troisième la somme de *produits d'un logarithme et d'un polygone*. Or on sait que ces trois formes sont irréductibles l'une à l'autre, en sorte qu'aucun terme de l'une des formes ne peut être composé de termes des autres. Par conséquent, la somme de tous les polygones est $= \frac{1}{2}L^2$, la somme de tous les secteurs $= -\pi\Omega$, et le reste $= 0$. En repassant du système de lignes droites à une courbe continue, on parvient à trois formules séparées, semblables à celle de M. Crofton.

» En effet, soient α, β, ϑ les angles d'un triangle $ABC = \Delta = \Delta_\beta^\alpha$ ayant deux points fixes A, B, et soit r le côté opposé à ϑ; on trouve, par un calcul direct,

$$\int(\vartheta - \sin\vartheta)\,d\Delta = t + u + v,$$

(1) $$t = \frac{r^2}{2}\left[1 + \cos(\alpha - \beta) - \cos\alpha - \cos\beta\right],$$

(2) $$u = \frac{r^2}{2\sin\vartheta}\left[\pi\sin\alpha\sin\beta - (\alpha\sin^2\beta + \beta\sin^2\alpha)\cos\vartheta\right],$$

(3) $$v = r^2\left[\sin^2\alpha\log\frac{\sin\frac{1}{2}\alpha}{\cos\frac{1}{2}\vartheta} + \sin^2\beta\log\frac{\sin\frac{1}{2}\beta}{\cos\frac{1}{2}\vartheta}\right],$$

où l'on engendre le triangle Δ en faisant croître les angles à la base α et β depuis zéro jusqu'à leurs valeurs finales, de manière que

$$\frac{d^2\Delta}{d\alpha\, d\beta}\, d\alpha\, d\beta = r^2 \frac{\sin\alpha \sin\beta}{\sin^3\vartheta}\, d\alpha\, d\beta$$

représente généralement un élément du plan.

» Maintenant si A, B sont deux sommets d'un polygone, α, α', β, β' les angles que la diagonale AB forme, du même côté, avec les côtés adjacents, le lieu de tous les points dont les rayons sont tangents au polygone en A et B est le quadrangle

$$q = \Delta_\beta^\alpha - \Delta_{\beta'}^\alpha - \Delta_\beta^{\alpha'} + \Delta_{\beta'}^{\alpha'} = \int_\alpha^{\alpha'} \int_\beta^{\beta'} \frac{d^2\Delta}{d\alpha\, d\beta}\, d\alpha\, d\beta.$$

» Soit $p = p_\beta^\alpha$ une fonction quelconque de α, β, et

$$p' = m \frac{d^2 p}{d\alpha\, d\beta}, \quad m \frac{d^2\Delta}{d\alpha\, d\beta} = r^2;$$

on aura de même

$$(p) = \int p'\, dq = p_\beta^\alpha - p_{\beta'}^\alpha - p_\beta^{\alpha'} + p_{\beta'}^{\alpha'} = r^2 \int_\alpha^{\alpha'} \int_\beta^{\beta'} \frac{d^2 p}{d\alpha\, d\beta}\, d\alpha\, d\beta.$$

» Substituons à p successivement t, u, v; (p) sera remplacé par trois expressions (t), (u), (v), qui ont encore respectivement les formes de t, u, v. Enfin, prenons la somme des valeurs analogues relatives à toutes paires de sommets mises à la place de A, B. D'après le théorème de M. Crofton, appliqué au polygone, la somme totale sera

$$= \tfrac{1}{2} L^2 - \pi\Omega.$$

Mais cette équation ne saurait pas subsister, à moins que les trois équations

$$\tfrac{1}{2} L^2 = \Sigma(t), \quad -\pi\Omega = \Sigma(u), \quad 0 = \Sigma(v)$$

soient séparément remplies.

» Lorsque le contour du polygone se transforme en la courbe limite, l'aire q se réduit à l'élément de l'espace extérieur dN, $\int p'\, dq$ à $p'\, dN$, et $\Sigma(p)$ à $\int p'\, dN$. Donc, en particulier, on a

$$\tfrac{1}{2} L^2 = \int t'\, dN, \quad -\pi\Omega = \int u'\, dN, \quad 0 = \int v'\, dN,$$

où t', u', v' sont les valeurs de p' pour $p = t$, u, v. En différentiant les équa-

tions (1, 2, 3), on trouve

$$t' = m\frac{d^2 t}{d\alpha\, d\beta} = \sin^3\vartheta - \tfrac{1}{2} m \cos\vartheta,$$

$$u' = m\frac{d^2 u}{d\alpha\, d\beta} = \vartheta - \sin\vartheta\cos\vartheta(1 + 2\sin^2\vartheta) + \tfrac{1}{2} m\cos 2\vartheta,$$

$$v' = m\frac{d^2 v}{d\alpha\, d\beta} = \sin\vartheta(1 - \cos\vartheta)(\cos\vartheta - 2\sin^2\vartheta) + \tfrac{1}{2} m(\cos\vartheta - \cos 2\vartheta),$$

où l'on a, comme précédemment,

$$m = \frac{\sin^3\vartheta}{\sin\alpha\sin\beta}.$$

» Donc les formules suivantes sont des conséquences du théorème de M. Crofton :

$$\tfrac{1}{2}L^2 = T - K, \quad -\pi\Omega = U + H, \quad 0 = V + K - H,$$

où il a été posé

$$T = \int \sin^3\vartheta\, dN,$$
$$U = \int [\vartheta - \sin\vartheta\cos\vartheta(1 + 2\sin^2\vartheta)]\, dN,$$
$$V = \int \sin\vartheta(1 - \cos\vartheta)(\cos\vartheta - 2\sin^2\vartheta)\, dN,$$
$$K = \tfrac{1}{2}\int m\cos\vartheta\, dN, \quad H = \tfrac{1}{2}\int m\cos 2\vartheta\, dN.$$

» Les deux dernières intégrales peuvent être transformées comme il suit. Lorsqu'on les restreint aux limites du quadrangle q, on trouve les valeurs suivantes des parties correspondantes :

$$\frac{1}{2}\int \cos\vartheta\, dq = -\frac{r^2}{2}\int_\alpha^{\alpha'}\int_\beta^{\beta'} \cos(\alpha + \beta)\, d\alpha\, d\beta$$
$$= -2r^2 \sin\frac{\alpha' - \alpha}{2}\sin\frac{\beta' - \beta}{2}\cos\frac{\alpha + \alpha' + \beta + \beta'}{2},$$

$$\frac{1}{2}\int \cos 2\vartheta\, dq = \frac{r^2}{2}\int_\alpha^{\alpha'}\int_\beta^{\beta'} \cos 2(\alpha + \beta)\, d\alpha\, d\beta$$
$$= \frac{r^2}{2}\sin(\alpha' - \alpha)\sin(\beta' - \beta)\cos(\alpha + \alpha' + \beta + \beta').$$

» Soient τ, τ_1, φ les angles formés par AC, CB, AB avec un axe quelconque, où la direction positive est fixée par le cours du contour, on aura

$$\alpha = \tau - \varphi, \quad \beta = \varphi - \tau_1.$$

» Lorsque les faces du polygone deviennent infiniment petites, $\alpha' - \alpha$,

$\beta - \beta'$ se réduisent à $d\tau$, $d\tau_1$, et les deux intégrales que nous venons d'évaluer représentent les éléments des intégrales cherchées, c'est-à-dire

$$dK = \frac{r^2}{2} d\tau\, d\tau_1 \cos(\tau - \tau_1),$$

$$dH = -\frac{r^2}{2} d\tau\, d\tau_1 \cos 2(\tau - \tau_1).$$

» Or, pendant que τ et τ_1 parcourent en direction contraire l'intervalle entre o et 2π, le point d'intersection des deux tangentes décrit deux fois l'espace extérieur total. Donc on a

$$K = -\frac{1}{4}\int_0^{2\pi} d\tau \int_0^{2\pi} d\tau_1 . r^2 \cos(\tau - \tau_1),$$

$$H = -\frac{1}{4}\int_0^{2\pi} d\tau \int_0^{2\pi} d\tau_1 . r^2 \cos 2(\tau - \tau_1),$$

formules également applicables aux polygones comme aux aires entourées par des courbes, avec la seule différence que, dans le polygone, r ne varie jamais d'une manière continue avec τ ou τ_1, l'une de ses extrémités sautant brusquement d'un sommet au sommet voisin.

» Quant au mode de démonstration dont j'ai fait usage ici, je me contente d'avoir donné un exemple de sa fécondité, qui peut-être ajoutera un peu d'intérêt à la démonstration de sa justesse; il ne conviendrait pas de traiter d'un sujet aussi général dans cette application particulière. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Nouvelles propriétés de la fonction potentielle.* Note de M. F. **Lucas**, présentée par M. Delaunay.

« La fonction à laquelle on a donné le nom de *Potentiel* et dont la conception première est attribuée à l'illustre Laplace, a acquis, dans ces dernières années, une grande importance dans les théories de physique mathématique. Mais il ne me paraît pas qu'elle se soit encore introduite dans l'étude des mouvements infinitésimaux (notamment des mouvements *quasi-vibratoires*) des systèmes de centres d'action.

» En poursuivant mes études sur la *Mécanique des atomes*, j'ai découvert certaines propriétés du potentiel qui attribuent à cette fonction un rôle considérable dans les phénomènes dynamiques dont je viens de parler.

» Le but de cette Note est d'exposer l'analyse sommaire des résultats auxquels je suis arrivé. Mon travail *in extenso* est actuellement sous presse,

pour paraître dans les prochaines livraisons du *Journal de Mathématiques pures et appliquées* de M. Liouville.

» Soit un système atomique dans lequel s'exercent des actions à distance absolument quelconques. Rapportant la figure à trois axes rectangulaires, nous désignerons par

$$X_m,\ Y_m,\ Z_m$$

les coordonnées de l'atome m, de masse g_m, et par Φ_m le potentiel relatif à cet atome.

» Les équations

$$(1)\qquad \begin{cases} U_m = \dfrac{d\Phi_m}{dX_m}, \\ V_m = \dfrac{d\Phi_m}{dY_m}, \\ W_m = \dfrac{d\Phi_m}{dZ_m} \end{cases}$$

font connaître les trois projections de l'action totale exercée en m par les autres points du système. Il suffit d'appliquer en m une force extérieure égale et contraire à cette action totale pour obtenir l'équilibre de l'atome.

» Cela posé, supposons qu'à un instant quelconque, origine du temps t, on écarte infiniment peu chaque atome de sa position d'équilibre, qu'on lui imprime ensuite une vitesse quelconque et qu'on l'abandonne à lui-même. Un phénomène de mouvement prendra naissance, et l'on peut trouver les lois qui le régissent, tant que les rayons vecteurs qui joignent les mobiles à leurs positions primitives restent infiniment petits relativement aux distances atomiques.

» Désignons par

$$(2)\qquad P = \Phi_1 + \Phi_2 + \ldots + \Phi_N$$

la *somme des potentiels* relatifs aux N atomes du système.

» Soit R_m la distance de l'atome m à un point quelconque I de l'espace, et désignons par

$$(3)\qquad M = g_1 R_1 + g_2 R_2 + \ldots + g_N R_N$$

le moment d'inertie polaire du système atomique relativement au point I.

» Formons ensuite la fonction

$$(4)\qquad Q_s = \tfrac{1}{2}(P + sM),$$

s désignant une inconnue.

» Cette fonction dépend évidemment de toutes les coordonnées

$$X_1, X_2, \ldots, X_N, \quad Y_1, Y_2, \ldots, Y_N, \quad Z_1, Z_2, \ldots, Z_N.$$

» Formons son *Hessien* relativement à ces variables et désignons-les par le symbole D_s.

» L'équation en s

(5) $$D_s = 0,$$

du degré $3N$, *a toutes ses racines réelles*.

» *Trois* de ces racines sont *nulles*. Les autres se divisent en μ racines positives s et ν racines négatives σ, en sorte que

(6) $$\mu + \nu = 3(N - 1).$$

» Si nous désignons par (x_m, y_m, z_m) les trois projections du rayon vecteur infinitésimal mené de la position primitive de l'atome m à celle qu'il occupe au temps t, le mouvement de cet atome sera représenté par les équations finies

(7) $$\left\{\begin{aligned} x_m &= ht + h' + \Sigma_\mu\left(h_m \sin t\sqrt{s} + h'_m \cos t\sqrt{s}\right) \\ &\qquad + \Sigma_\nu\left(H_m e^{t\sqrt{-\sigma}} + H'_m e^{-t\sqrt{-\sigma}}\right), \\ y_m &= kt + k' + \Sigma_\mu\left(k_m \sin t\sqrt{s} + k'_m \cos t\sqrt{s}\right) \\ &\qquad + \Sigma_\nu\left(K_m e^{t\sqrt{-\sigma}} + K'_m e^{-t\sqrt{-\sigma}}\right), \\ z_m &= lt + l' + \Sigma_\mu\left(l_m \sin t\sqrt{s} + l'_m \cos t\sqrt{s}\right) \\ &\qquad + \Sigma_\nu\left(L_m e^{t\sqrt{-\sigma}} + L'_m e^{-t\sqrt{-\sigma}}\right). \end{aligned}\right.$$

Σ_μ désigne la somme de μ binômes trigonométriques correspondant aux racines positives s, tandis que Σ_ν désigne la somme de ν binômes exponentiels correspondant aux racines négatives σ.

» Les coefficients (h, k, l) et (h', k', l'), qui appartiennent aux binômes linéaires, sont les mêmes pour tous les atomes. Les premiers sont les trois projections de la vitesse acquise au temps zéro par le centre de gravité du système atomique, en vertu des impulsions initiales; les derniers sont les trois projections du déplacement initial de ce même centre de gravité.

» Les coefficients (h_m, k_m, l_m) et (h'_m, k'_m, l'_m), appartenant aux binômes trigonométriques relatifs à une racine positive s, varient d'un point à un autre, et sont par conséquent au nombre de $6N$; mais ils sont liés entre eux par des équations linéaires que nous allons définir.

» A cet effet, regardons (h_n, k_n, l_n) comme représentant les variations infinitésimales des coordonnées de l'atome quelconque n, et désignons par

$$\delta\frac{dQ_s}{dX_m},\quad \delta\frac{dQ_s}{dY_m},\quad \delta\frac{dQ_s}{dZ_m}$$

les variations totales correspondantes des trois dérivées de la fonction Q_s relativement aux coordonnées de l'atome m que nous considérons en particulier. Nous poserons

$$(8)\qquad \left\{\begin{aligned} &\delta\frac{dQ_s}{dX_m}=0,\\ &\delta\frac{dQ_s}{dY_m}=0,\\ &\delta\frac{dQ_s}{dZ_m}=0. \end{aligned}\right.$$

» Écrivant des équations analogues pour chaque atome, nous obtiendrons un système de 3N équations linéaires et homogènes entre les (h_n, k_n, l_n). Le *résultant* de ce système est égal à D_s, et par conséquent s'annule en vertu de l'équation (5). On peut donc *prendre arbitrairement un des paramètres* (h_m, k_m, l_m) *et calculer tous les autres.*

» Il en est de même des coefficients h'_m, k'_m, l'_m; de même des H_m, K_m, L_m; de même enfin des H'_m, K'_m, L'_m.

» Les $[3N(N-1)+6]$ coefficients qui entrent dans le système des équations (7) des mouvements atomiques se réduisent donc, en dernière analyse, à 6N arbitraires.

» Ceux-ci peuvent se déterminer d'après les conditions initiales du mouvement, savoir : les projections des déplacements et des vitesses au temps zéro pour tous les points du système atomique. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE : BALISTIQUE. — *Détermination de l'épaisseur du blindage en fer que peut traverser un projectile dont on connaît le poids, le calibre et la vitesse d'arrivée;* par **M. Martin de Brettes.**

« La discussion des relations qui existent entre ces éléments dans les expériences de tir, où les projectiles sont restés dans la muraille de bois après avoir percé les plaques de blindage, m'a conduit à la formule suivante :

$$(1)\qquad E^2+\alpha E=\frac{PV^2}{20g\pi R^2}.$$

» P est le poids, en kilogrammes, du projectile;

» R le rayon, en décimètres, du projectile;

» V la vitesse d'arrivée du projectile;

» E l'épaisseur, en centimètres, de la plaque de fer;

» g l'accélération de la chute des corps;

» π le rapport de la circonférence au diamètre;

» α un coefficient déterminé par l'expérience.

» La valeur moyenne de α, pour les projectiles en usage, dont les parties antérieures sont ogivales, est 1100.

» De sorte que la formule (1), après réductions faites, devient

$$E^2 + 1100E = 0{,}001631 \frac{PV^2}{R^2}. \tag{2}$$

» Cette formule donne des résultats qui diffèrent très-peu de ceux de l'expérience, comme le montre le tableau suivant :

CANON.	PROJECTILE.		DISTANCE du but.	VITESSE		ÉPAISSEUR de la plaque traversée.		OBSERVATIONS.
Diamètre.	Diamètre.	Poids.		initiale.	d'arrivée.	Théorie.	Expérience.	
mm	mm	kg	m	m	m	c	c	
149,1	146	35	150	408,8	405	15,14	15,24	(1) Resté dans le bois.
209,2	204,2	99	940	327,9	304,5	12,69	12,70	(1) Id.
209,2	204,2	100	470	420	400	22,48	22,86	(1) Id.
209,2	204,2	87	470	450	430	21,86	22,86	(1) Resté en partie engagé dans la plaque
209,2	204,2	100	150	338	335	16,70	15,24	(1) Resté dans le bois.
209,2	204,2	100	150	328	325	14,45	15,24	(1) Id.
235,4	230	152,5	940	347	315,5	15,56	15,24	(1) Id.
235,4	230	161,3	470	//	330,7	19,38	20,30	(1) Id.
235,4	230	153	470	392	372	21,25	22,86	(1) Resté en partie engagé dans la plaque
235,4	230	125	470	431	410	22,02	22,86	(1) Resté dans le bois.
279,4	274	225	436,7	364,5	351,5	21,37	22,86	(2) Resté dans la plaque percée.
164,7	162	45	//	355	345	11,30	//	(3) Ne perce pas 12 cent.
194,0	191,5	78,5	//	344	344	14,70	//	(3) Ne traverse pas 15 c.
274,1	271,9	216	//	360	360	21,97	22,00	(3)
177,8	175	58	63	//	368	14,90	15,00	(4)
828,6	225	112	63	//	404	20,14	20,36	(4)

(1) Expériences faites au polygone de Tégot, près Berlin, en 1868.
(2) Expériences faites au polygone de Wolkow, près Saint-Pétersbourg, en 1869.
(3) *Annales maritimes et coloniales*, 1868.
(4) *Mecanick Mogazine*, 1868.

» La comparaison des résultats de la théorie et de la pratique montre

que l'on peut employer la formule (2) pour calculer l'épaisseur de la plaque de blindage que peut traverser un projectile donné, et dont la vitesse d'arrivée au but est connue, lorsque ses proportions et sa ténacité sont telles, qu'il ne se brise pas pendant le travail mécanique qu'il accomplit.

» La formule précédente permet de résoudre, avec une grande facilité et une approximation pratiquement utile, les questions importantes qui suivent :

» 1° *Déterminer la vitesse d'arrivée d'un projectile donné, pour qu'il traverse une plaque de blindage d'une épaisseur donnée.*

» *Exemple.* — Si $P = 100^{kg}$, $R = 1^{d},021$, $E = 22^{c},0$.

» La formule (2) donne $V = 394^{m}$.

» On voit, dans le tableau précédent, que ce projectile, avec la vitesse de 400 mètres, traverse une plaque de $22^{c},86$.

» 2° *Déterminer un projectile capable de percer une plaque de blindage d'une épaisseur donnée, lorsque sa vitesse d'arrivée est connue.*

» La formule (2) donne seulement le rapport $\frac{P}{R^2}$; de sorte que le problème est indéterminé, ou susceptible d'un nombre indéfini de solutions.

» *Exemple I.* — Si $E = 20^{c},0$, $V = 345^{m}$.

» Le rapport $\frac{P}{R^2} = 1,160$ [formule (2)].

» Si l'on prend $R = 1^{d},35$, on a

$$\frac{P}{R^2} = \frac{P}{(1,35)^2} = 1,16, \quad \text{d'où} \quad P = 211^{kg},35.$$

» L'expérience montre que le projectile du même diamètre, pesant 216 kilogrammes et animé de la vitesse 344 mètres, traverse la plaque de 20 centimètres.

» *Exemple II.* — Si $E = 20^{c},0$, $V = 335^{m}$.

» Le rapport $\frac{P}{R^2} = 1,2258$ [formule (2)].

» Si l'on prend $P = 160^{kg}$, on a

$$R = \sqrt{\frac{160}{1,2258}}, \quad \text{d'où} \quad R = 1^{d},142.$$

» On voit, dans le tableau précédent, que le projectile, dont le poids est $161^{kg},3$, le rayon $1^{d},175$ et la vitesse d'arrivée $330^{m},7$, perce la plaque de $20^{c},30$ d'épaisseur. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le sens des courants induits à l'aide des décharges électriques; par* **M. J. Chautard.**

« Parmi les expériences qu'il est facile de réaliser avec la machine de Holtz et les tubes cloisonnés du même physicien, il en est une très-belle et très-frappante, qui permet de montrer le sens des courants induits par les décharges électriques. On emploie, à cet effet, les spirales de Matteucci : l'une est mise en rapport avec la machine de Holtz, munie de ses condensateurs, par l'intermédiaire d'un excitateur qui permet de régler la longueur de l'étincelle; l'autre spirale voisine est reliée au tube de Holtz. Selon le degré de tension de la décharge, on voit l'illumination des tubes accouplés se produire, soit dans l'un, soit dans l'autre, ce qui montre bien (fait du reste connu déjà, mais qui n'était pas facile à prouver dans les cours) que le sens du courant induit par l'étincelle d'une bouteille de Leyde varie avec les dimensions et la charge de l'appareil. Au moment où le changement de sens du courant induit se manifeste, les deux tubes sont sillonnés simultanément par une lueur, qui s'accroît ou s'affaiblit d'un côté ou de l'autre, selon que l'un des courants est supérieur ou inférieur à son congénère.

» Cette expérience peut être réalisée avec les courants induits de second et de troisième ordre; le sens du circuit dans les tubes est modifié, soit par la tension de la décharge primitive, soit par la distance des plateaux. Je n'ai pas poursuivi au delà du troisième ordre, mais il est probable que rien ne s'opposerait à la manifestation des mêmes résultats pour les courants d'ordres supérieurs.

» Ces expériences sont susceptibles d'une foule de modifications, qui seront analysées avec soin dans un Mémoire plus complet sur cette question. »

PHYSIQUE. — *Réclamation de priorité au sujet de la méthode calorimétrique employée par* M. Jamin, *et attribuée ensuite à* M. Pfaundler. Lettre de **M. C.-K. Akin** à M. le Président.

« C'est à tort que M. Regnault a réclamé, au nom et en faveur de M. Pfaundler, la priorité de la méthode calorimétrique décrite par M. Jamin dans les *Comptes rendus* (t. LXX, p. 657). La méthode en question, qu'on peut appeler celle du *chauffage électrique*, a été indiquée pour la première fois dans une Note publiée en mai 1865, au *Philosophical Maga-*

zine (v. XXVII, p. 341), et intitulée : « *On a New Method for the direct determination of the specific heat of gases under constant volume.* » Cette Note contient la description d'un procédé et d'un appareil spécial, pouvant servir à la détermination des chaleurs spécifiques des gaz; le courant électrique sert de source calorifique, et les formules, aussi bien que les corrections qu'on doit employer, sont assez amplement développées. Les autres applications qu'on peut faire de la méthode, à des corps non gazéiformes, sont mentionnées en passant. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode générale de préparation des combinaisons organiques chlorobromées; par* **M. L. Henry.**

« Dans sa séance du 6 mai dernier, M. Friedel a entretenu la Société Chimique de Paris des recherches qu'il a entreprises, en collaboration avec M. Silva, sur la production des chlorobromures des hydrocarbures bi-atomiques; je viens de lire le compte rendu sommaire de cette séance dans le dernier numéro du *Bulletin de la Société Chimique de Berlin* (paru le 23 mai) (1). Cette publication me décide à faire connaître, dès à présent, le résultat des recherches que, dans le cours des études que je poursuis depuis l'an dernier sur les dérivés éthérés des alcools et des acides polyatomiques, j'avais entrepris de mon côté sur la production des combinaisons organiques *chlorobromées*.

» On sait avec quelle facilité les *composés non saturés* se combinent en général avec le *chlorure d'iode*, ICl; M. Simpson, qui a introduit ce réactif dans la Chimie organique, a décrit, entre autres combinaisons chloro-iodées, le *chloro-iodure d'éthylène*, $(C^2H^4)ICl$, et le *chloro-iodure de propylène*, $(C^3H^6)ICl$ (2); j'ai moi-même fait connaître récemment divers composés résultant de l'addition du chlorure d'iode aux *combinaisons allyliques* (3); on sait, d'un autre côté, que le brome, de même que le chlore, quoique avec moins d'énergie, expulse l'iode de ses combinaisons avec les radicaux positifs en général, les métaux et les radicaux alcooliques; il m'a paru qu'il y avait, dans la combinaison de ces deux faits, le principe d'une méthode, facile et expéditive, de préparation des dérivés chlorobromés.

» L'expérience a pleinement répondu à mon attente. Je n'ai eu l'occa-

(1) *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft*, t. III, n° 9, p. 505.

(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXV, p. 101; t. CXXVII, p. 372.

(3) *Comptes rendus*, 18 avril 1870.

sion jusqu'ici d'opérer qu'avec le *chloro-iodure d'éthylène*, $(C^2H^4)ICl$, et la *chloro-iodhydrine allylique*, $(C^3H^5)(HO)ICl$.

» Le brome réagit vivement et déjà à froid sur le *chloro-iodure d'éthylène;* il suffit de le verser dans le chloro-iodure; le liquide s'échauffe considérablement et brunit fortement à la suite de la mise en liberté de l'iode. J'ai d'abord employé le brome dans la proportion de 1 atome pour une molécule de chloro-iodure d'éthylène, d'après l'équation

$$(C^2H^4)ICl + Br = (C^2H^4)ClBr + I.$$

» L'expérience m'a bientôt appris que ces proportions théoriques ne sont pas, au point de vue du rendement en chlorobromure, les plus avantageuses; avec de telles quantités, la réaction n'est guère complète; le produit est un mélange de chlorobromure, $(C^2H^4)ClBr$, bouillant vers 108 degrés, et de chloro-iodure $(C^2H^4)ClI$ non altéré, bouillant vers 145 degrés; aussi le liquide bout-il en majeure partie entre 110 et 130 degrés, et la température s'élève-t-elle à la fin de la distillation au delà de 140 degrés.

» Le brome et l'iode diffèrent beaucoup moins l'un de l'autre, quant à l'énergie de leurs affinités, que le chlore et l'iode; aussi ne font-ils que se partager le groupement $[(C^2H^4)Cl]$; il se produit ici, à mon sens, un phénomène analogue à celui que l'on constate lors de la décomposition des sels par les acides ou par les bases, dans le partage des bases entre deux acides peu différents en énergie, ou des acides entre des bases de force à peu près égale, ou, pour ne pas sortir de la Chimie organique, un phénomène analogue à celui de l'éthérification partielle des acides organiques par les alcools, fait si remarquable qu'ont fait reconnaître les recherches, si importantes au point de vue de la statique chimique, de MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles (1). C'est là, me paraît-il, plutôt que dans la formation d'un bromure d'iode, qu'il faut chercher la raison pour laquelle cette réaction demeure incomplète, alors que l'on n'emploie que la quantité de brome théoriquement nécessaire: si le chlore et l'iode se combinent vivement, il n'en est pas de même, en effet, du brome et de l'iode.

» Sous l'action d'un grand excès de brome, environ deux ou trois fois la quantité théoriquement nécessaire, l'iode est totalement expulsé du chloro-iodure d'éthylène; le mélange des deux liquides suivant ces proportions s'échauffe considérablement, et va même jusqu'à entrer en ébullition; il

---

(1) *Comptes rendus*, t. LIII, p. 474.

est à remarquer que, malgré l'intensité de ce dégagement de chaleur et l'énergie de la réaction, il ne se dégage pas d'acide brombydrique.

» Après le refroidissement, le liquide est soumis au traitement ordinaire : élimination du brome en excès et de l'iode mis en liberté par la soude caustique, lavage à l'eau et dessiccation sur le chlorure de calcium. Le produit se compose de chlorobromure d'éthylène $(C^2H^4)ClBr$, presque exclusivement ; à la suite de quelques rectifications, on obtient aisément ce corps à l'état de pureté absolue.

» On devine déjà que le *chlorobromure d'éthylène* $(C^2H^4)ClBr$ est analogue, par ses propriétés, au chlorure $(C^2H^4)Cl^2$ et au bromure d'éthylène $(C^2H^4)Br^2$, ou mieux, intermédiaire entre ces deux corps.

» Il constitue un liquide mobile, limpide, incolore, d'une odeur suave, agréable; il est neutre aux papiers réactifs, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, etc.; peu combustible ; sa vapeur brûle, comme celle des combinaisons analogues, avec une flamme fuligineuse, bordée de vert; sa densité à 18 degrés est égale à 1,700; il bout sous la pression ordinaire à 107-108 degrés (entre 106 et 110 degrés). C'est précisément la moyenne entre la densité et la volatilité du chlorure et du bromure d'éthylène :

	Densité.		Volatilité.
$(C^2H^4)Cl^2$	1,247	à 18°	84°,9
$(C^2H^4)Br^2$	2,1629	à 20°	132°,6
	3,4099		217°,5
Moyenne	1,7049		180°,7

» Chauffé avec une solution alcoolique de potasse caustique, il dégage du gaz éthylène chloré, C^2H^3Cl.

» L'analyse de ce produit m'a fourni les résultats suivants :

» 1° $0^{gr},5090$ de substance ont fourni $1^{gr},1760$ de chlorure et de bromure d'argent;

» 2° $0^{gr},5288$ du même produit ont fourni $1^{gr},2226$ de chlorure et de bromure d'argent. Ce qui correspond aux nombres suivants :

$(C^2H^4)ClBr$.	Calculé.			Trouvé. I.	Trouvé. II.
C^2	28,0		16,72	»	»
H^4	4,0		2,78	»	»
Cl	35,5	115,5	80,48	80,49	80,54
Br	80,0				
	143,5				

» Il n'y a nul doute que le chlorobromure d'éthylène ainsi préparé soit le même que celui que l'on obtiendrait en faisant réagir le pentachlorure de phosphore $PhCl^5$, sur le glycol monobromhydrique $(C^2H^4)Br(HO)$, ou le pentabromure $PhBr^5$, sur le glycol monochlorhydrique $(C^2H^4)Cl(HO)$. N'ayant pas eu jusqu'ici ces éthers des glycols à ma disposition, j'ai dû ajourner à plus tard cette vérification.

» Il n'est pas douteux non plus que le même corps doive s'obtenir également par la réaction du chloro-iodure d'éthylène sur le chlorure mercurique, $HgCl^2$, ou, plus facilement peut-être, sur le bromure cuivrique $CuBr^2$, combinaisons que M. Oppenheim (1) vient d'introduire dans la Chimie organique et dont l'emploi paraît devoir être fort avantageux.

» Le brome réagit sur la *chloro-iodhydrine allylique*, $(C^3H^5)(HO)ClI$, avec la même énergie et de la même manière que sur le chloro-iodure d'éthylène; il en résulte de la *chlorobromhydrine allylique*, $(C^3H^5)(HO)ClBr$, bouillant vers 195 degrés, douée de propriétés identiques à celles que possède la *chlorobromhydrine glycérique*.

» Je me propose de soumettre à l'action du brome d'autres combinaisons chloro-iodées, en vue de généraliser la méthode que je viens d'exposer.

» Les combinaisons *chloro-iodées* me paraissent devoir être intéressantes, sous d'autres points de vue encore que celui de la production des composés *chlorobromés*. Je me réserve de continuer cette étude; j'aurai l'honneur de faire connaître prochainement à l'Académie le résultat des recherches qui se poursuivent dans mon laboratoire sur ces composés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide silicopropionique.* Note de **MM. C. Friedel** et **A. Ladenburg**, présentée par M. Wurtz (2).

« Nous avons eu l'honneur de présenter, il y a quelque de temps (3) à l'Académie, une Note dans laquelle nous décrivions la préparation et les propriétés d'un corps auquel nous avons donné le nom d'*éther silicopropionique tribasique*, et dont le poids moléculaire répond à la formule

$$SiC^2H^5(OC^2H^5)^3.$$

Ce corps prend naissance dans l'action simultanée du zinc-éthyle et du

(1) *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschafft*, t. III, n° 9, p. 442.

(2) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

(3) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 816.

sodium sur la monochlorhydrine éthylsilicique $SiCl(OC^2H^5)^3$. Il nous a paru présenter un intérêt particulier, parce que, renfermant quatre fois le radical éthyle, il le contient sous une forme et avec des fonctions différentes. C'est ce que faisait prévoir le mode de génération de ce composé, et c'est ce que démontrent ses réactions.

» L'action d'une solution concentrée de potasse ne met pas en liberté, à l'état de silice, le silicium qu'il renferme. Il se forme, au contraire, un produit qui renferme, outre le silicium et l'oxygène, du carbone et de l'hydrogène, et dont les analyses ont donné des nombres se rapprochant de ceux exigés par la formule $SiC^2H^5O^2H$. Ce corps n'avait toutefois pas pu être obtenu sans mélange d'une petite proportion de silice. C'est maintenant seulement, après bien des essais infructueux, que nous sommes parvenus à l'isoler dans un état de pureté complète.

» Pour y réussir, nous avons été obligés de préparer une quantité assez considérable d'éther silicopropionique tribasique; nous avons eu ainsi l'occasion de faire diverses observations sur les propriétés de ce corps, observations que nous demandons à l'Académie la permission de lui faire connaître.

» Nous avons indiqué antérieurement que la réaction du zinc-éthyle sur la monochlorhydrine, en présence du sodium, n'a lieu qu'à l'aide d'une douce chaleur, et qu'il se dégage du chlorure d'éthyle et d'autres gaz combustibles non chlorés. Nous ajouterons que le résidu de la distillation renferme du zinc, du chlorure de sodium et de la silice, ce qui permet, pensons-nous, de conclure qu'une partie de la chlorhydrine employée se décompose suivant l'équation

$$SiCl(OC^2H^5)^3 = SiO^2 + (C^2H^5)^2 + C^2H^5Cl + O,$$

tandis que l'oxygène devenu libre oxyde une partie du sodium ou du zinc-éthyle.

» Ce qui parle en faveur de cette supposition, c'est d'abord le rendement de l'opération, qui n'est que de 36 pour 100 en $SiC^2H^5(OC^2H^5)^3$ de la chlorhydrine employée; ensuite la décomposition analogue qu'éprouve la dichlorhydrine silicique par l'action du zinc-éthyle, décomposition que nous avons étudiée. La réaction se produit, dans ce cas, après qu'on a chauffé le mélange à l'ébullition; elle est très-vive. Il se dégage une grande quantité de chlorure d'éthyle, et la masse restante se prend, après quelques instants, en une gelée de silice, imbibée de zinc-éthyle. La présence du sodium ne modifie pas la réaction, de telle sorte que la décomposition peut

s'exprimer par la relation

$$SiCl^2(OC^2H^5)^2 = SiO^2 + 2C^2H^5Cl \quad (1).$$

» Une autre portion de la monochlorhydrine éprouve probablement les transformations exprimées par les équations

$$SiCl(OC^2H^5)^3 + Zn(C^2H^5)^2 + Na^2$$
$$= NaC^2H^5 + NaCl + SiZnC^2H^5(OC^2H^5)^3,$$
$$SiCl(OC^2H^5)^3 + NaC^2H^5 = NaCl + SiC^2H^5(OC^2H^5)^3,$$

et peut-être, en même temps,

$$SiCl(OC^2H^5)^3 + Zn(C^2H^5)^2 = C^2H^5Cl + SiZnC^2H^5(OC^2H^5)^3.$$

» Ces équations s'appuient sur les quantités relatives des corps qui entrent en réaction : 2 molécules de monochlorhydrine, pour 2 atomes de sodium et pour 1 molécule de zinc-éthyle; puis sur la formation d'un corps qui renferme du zinc, et dont la formule est probablement

$$SiZnC^2H^5(OC^2H^5)^3.$$

Nous n'avons pas pu l'isoler, mais son existence est rendue très-probable par un fait constant : c'est que le produit de la réaction laisse déposer du zinc pendant les trois ou quatre premières distillations, et qu'en même temps le point d'ébullition, allant d'abord jusqu'à 200 degrés, descend peu à peu jusqu'à 165 ou 170 degrés.

» Nous n'avons pas d'addition importante à faire à ce que nous avons dit antérieurement des propriétés de l'éther silicopropionique. Toutefois, nous avons trouvé que le point d'ébullition, pour lequel nous avions indiqué 159-162 degrés, s'est arrêté, après un grand nombre de distillations à 158°,5.

» Nous avons décrit antérieurement l'action qu'exerce sur lui la potasse. En répétant cette expérience, nous avons obtenu exactement les mêmes résultats. Quelque bien purifié que fût l'éther, il nous a toujours fourni un produit dans lequel l'analyse indiquait une proportion de silicium plus grande, et une proportion de carbone moindre que celle répondant à la formule $SiC^2H^5O^2H$.

---

(1) Cette réaction tend aussi à prouver que la petite quantité du corps $Si(C^2H^5)^2(OC^2H^5)^2$, dont nous avons observé la formation par la réaction du zinc-éthyle sur la monochlorhydrine, ne provient pas d'un mélange de dichlorhydrine, mais, ainsi que nous l'avions supposé, d'une réduction de l'éther silicopropionique tribasique.

» Ceci nous a conduits à tenter d'enlever à l'éther $SiC^2H^5(OC^2H^5)^3$ les groupes oxéthyles à l'aide d'autres moyens.

» Le premier réactif dont nous nous sommes servis est le trichlorure de phosphore. Nous espérions réaliser une décomposition analogue à celle qui se produit par l'action du chlorure de silicium sur l'éther silicique :

$$Si(OC^2H^5)^4 + SiCl^4 = 2SiCl^2(OC^2H^5)^2,$$
$$SiC^2H^5(OC^5H^5)^3 + PhCl^3 = SiC^2H^5Cl^3 + Ph(OC^2H^5)^3.$$

» Lorsque la température à laquelle on fait réagir les deux corps n'est pas trop élevée, il paraît se produire une réaction de ce genre. Le mélange ayant été chauffé à 150 degrés, presque tout le produit passe à la distillation entre 110 et 150 degrés, ce qui prouve qu'il y a eu réaction. Seulement, il est impossible de séparer un produit ayant un point d'ébullition constant. Si l'on traite le mélange par l'eau, il se dissout en partie, avec formation d'acide chlorhydrique, et laisse une masse blanche, ressemblant à la silice, mais combustible.

» Si l'on chauffe le mélange de protochlorure de phosphore et d'éther à 180 degrés et au-dessus, la réaction se passe d'une manière différente. Lorsqu'on ouvre le tube, il s'en dégage des torrents de chlorure d'éthyle, et il reste un corps solide jaune. Quand on expose celui-ci à l'air, il s'enflamme facilement, parce qu'il contient du phosphore libre. Après lavage au sulfure de carbone, il reste une substance jaune amorphe, qui contient encore du phosphore, mais qui n'est plus inflammable.

» Ce produit renferme non pas de l'acide phosphoreux, mais de l'acide phosphorique. Lorsqu'on chauffe au bain-marie le corps jaune avec de l'acide azotique étendu, on voit disparaître la coloration jaune, et de l'acide phosphorique entre en dissolution. Il reste un résidu blanc, qui renferme du silicium et du carbone. Celui-ci se dissout dans la potasse chaude, et peut être séparé par l'addition de HCl et par évaporation. Il présente les propriétés du corps obtenu en décomposant l'éther silicopropionique par la potasse. Une série d'analyses a montré que cet acide aussi est impur; nous y avons trouvé, d'une manière constante, 1 pour 100 de carbone en moins et 2 à 3 pour 100 de silicium en plus.

» Nous n'avons atteint le résultat cherché qu'en décomposant l'éther à l'aide du chlorure d'acétyle. MM. Friedel et Crafts ont trouvé que le chlorure d'acétyle agit sur l'éther silicique suivant l'équation

$$C^2H^3OCl + Si(OC^2H^5)^4 = SiCl(OC^2H^5)^3 + C^2H^3O.OC^2H^5.$$

» La décomposition de l'éther silicopropionique se fait d'une manière analogue en vase clos à 180 degrés. Lorsqu'on distille, on obtient un liquide bouillant entre 65 et 130 degrés, qu'on ne peut pas séparer par distillation fractionnée en des produits infinis. Néanmoins, il est permis d'affirmer que l'on a affaire à un mélange d'éther acétique et d'un corps $SiC^2H^5Cl^3$, renfermant en outre de très-faibles proportions d'éther silicopropionique.

» Il est en effet facile d'isoler du mélange l'éther acétique, en traitant la fraction ayant passé de 65 à 80 degrés par l'eau, desséchant sur le chlorure de calcium et distillant. Le point d'ébullition et l'odeur sont ceux de l'éther acétique.

» Nous n'avons, il est vrai, pas réussi à séparer $SiC^2H^5Cl^3$ à l'état de pureté, mais la présence de ce corps est mise hors de doute par la nature du produit de décomposition de l'eau. Si l'on traite par l'eau la partie recueillie de 90 à 110 degrés, qui fume à l'air et possède une odeur rappelant celle du chlorure de silicium, on la voit se décomposer avec un vif dégagement de chaleur, avec production d'acide chlorhydrique et formation d'un corps blanc gélatineux : ce dernier est un hydrate de l'acide silicopropionique.

» Séché à 100 degrés, il constitue une poudre blanche amorphe, dont les analyses conduisent exactement à la formule $SiC^2H^5O^2H$.

» L'acide silicopropionique ressemble beaucoup à l'acide silicique; mais il s'en distingue facilement par sa combustibilité. Quand on le chauffe, il brûle comme l'amadou, en dégageant des gaz combustibles; il reste une masse grise, qui ne devient pas entièrement blanche, même après calcination dans un courant d'oxygène. L'acide ne se dissout pas dans l'eau, mais bien dans la potasse concentrée chaude. Il n'est pas précipité de cette solution par HCl, mais seulement par l'addition de AzH^4Cl, comme l'acide silicique, et le résidu qu'on trouve après évaporation à sec est l'acide silicopropionique avec ses propriétés primitives. Les solutions alcalines sont partiellement précipitées par CO^2; une autre partie de l'acide peut être obtenue par évaporation avec AzH^4Cl.

» Quoique les propriétés du corps en question ne nous aient pas encore permis de préparer de sels à l'état de pureté, nous pensons qu'on ne peut pas douter que ce soit un acide faible analogue à l'acide silicique. Cela suffirait déjà pour donner de l'intérêt à son étude; c'est en effet le premier acide silicique carboné.

» D'après sa formule, il contient le groupe $(SiO^2H)'$, que l'on pourrait

appeler *silicoxyle*, par analogie avec le carbonyle $(CO^2H)'$ qui caractérise la fonction acide dans les composés carbonés. Il constitue un terme d'une série d'acides homologues, dont plusieurs pourront sans doute être obtenus par des procédés semblables à ceux qui l'ont fourni. »

M. le Secrétaire perpétuel, après avoir analysé le Mémoire de MM. Friedel et Ladenburg, ne croit pas avoir besoin d'en signaler l'importance, il fait remarquer, cependant, combien il serait facile de confondre une silice contenant des quantités plus ou moins notables du nouvel acide ou de l'un de ses homologues avec la silice pure.

On trouve si souvent, dans la nature, des matières siliceuses renfermant des traces plus ou moins sensibles de matière organique, qu'il ne serait pas surprenant que, de même qu'on avait confondu parfois des ammoniaques composées naturelles avec l'ammoniaque ordinaire, on eût considéré quelquefois aussi comme silice ordinaire des silices composées.

CHIMIE. — *Observations sur le Mémoire de* M. Friedel; *par* **M. P. Thenard.**

« A propos de la Communication de M. Friedel, M. Dumas a raison de soupçonner qu'il doit exister dans le sol des corps organo-silicés.

» J'ai repris l'étude des acides du genre humique, et bien que le travail ne soit pas achevé, je puis cependant dire que, par leur intermédiaire, je suis parvenu à dissoudre et à faire entrer dans la composition des nouveaux corps de grandes quantités de silice.

» L'action, il est vrai, n'est pas directe : il faut d'abord fixer de l'ammoniaque aux éléments humiques et les combiner non pas à l'état de sel, mais bien à l'état intime comme dans l'éthylamine et autres alcalis de la même sorte.

» Cette combinaison ou plutôt ces combinaisons, car je crois en avoir reconnu quatre dérivant du même type humique, s'obtiennent d'ailleurs avec une facilité relative.

» Ce sont des acides et non plus des alcalis, comme la glucylamine et la glucydiamine, que j'ai obtenues dans le temps avec le sucre et l'ammoniaque; mais, comme elles, leur fixité est des plus remarquables, puisqu'il en est qui ne livrent complétement leur azote qu'à une température comprise entre 1000 à 1200 degrés. L'une de leurs propriétés est de se combiner avec la silice, et de former ainsi de nouveaux acides entièrement et

instantanément solubles dans des dissolutions de potasse, de soude et d'ammoniaque, aussi faibles que l'on veut, et de former ainsi des sels, d'où, par les procédés ordinaires, on régénère dans toute leur intégrité les acides silico-azhumiques qui entrent dans leur composition.

» Sans vouloir être trop explicite sur ce sujet délicat et insuffisamment approfondi, je dirai cependant que la quantité de silice qui entre dans la composition des nouveaux acides pourrait bien être proportionnelle à l'azote qui préexiste dans les acides azhumiques employés pour la dissoudre: ainsi l'acide le moins azoté n'en a révélé que 7,5 pour 100, tandis que celui qui l'est le plus en a donné jusqu'à 24 pour 100.

» Mais ce qui, mieux que ces chiffres très-hasardés, montre l'importance de l'intervention de l'azote pour la fixation de la silice, c'est qu'en me plaçant dans des conditions pour le moins aussi favorables, je n'ai pu combiner, avec des acides simplement humiques, que 0,8 pour 100 de silice, et encore ne suis-je pas bien sûr de leur pureté.

» En dehors de toute fumure, le sol contient des acides du genre humique; mais, pour ne pas dire jamais, il est rare que ces acides ne soient pas entachés d'azote, et d'azote fixé comme dans les acides azhumiques.

» Tout porte donc à croire que les acides noirs du sol sont un mélange d'acides du genre humique et du genre azhumique (ici je laisse de côté les acides du genre fumique, qui ont une autre origine); mais une fois séparés de la terre par des procédés de laboratoire, ces acides, quoi qu'on fasse, révèlent toujours à l'analyse des proportions très-sensibles de silice. Dès lors il est permis de suspecter que, dans le sol, il se forme spontanément, et aux dépens des acides humiques, de l'ammoniaque des pluies, *de l'azote de l'air* et de la silice préexistante des acides du genre silico-azhumique, dont le rôle, dans l'acte de la végétation, doit avoir une haute importance.

» Déjà MM. Verdeil et Rislher ont signalé la présence de la silice dans les acides noirs du terreau, mais ils l'ont attribuée à la propriété qu'auraient certaines matières organiques non azotées, telles que le sucre, d'en dissoudre de petites proportions. Ici, comme on le voit, nous différons avec eux sur les causes de la dissolution. Nous insistons sur la fixation de l'azote comme élément composant, et surtout sur les proportions de silice engagée; mais lors de la publication *in extenso* de nos travaux, nous reviendrons sur ces divergences, et nous n'oublierons pas que nous parlerons de deux hommes de mérite dont l'un mourut notre ami, et l'autre l'est encore.

» En terminant, je ferai observer que je ne confonds pas les combinai-

sons organo-*silicatées* avec les combinaisons organiques de M. Friedel, dans lesquelles le silicium joue le rôle du charbon. Mais rien ne dit que les premières ne puissent, dans la nature, mener aux secondes : le silicium, qui se combine au platine quand, dans un creuset de ce métal, on calcine des terres arables très-riches, n'a peut-être pas une autre origine.

» Aussi, quand un de nos illustres Secrétaires perpétuels appelle l'attention des chimistes sur les corps organo-silicés que peut renfermer le sol, ne fait-il que donner une nouvelle marque de la puissante et sûre intuition qui le distingue.

» Peut-être M. Friedel a-t-il eu la même pensée que lui, et nous craignons d'être la cause qu'il ne l'ait pas exprimée : il a en effet vu nos nouveaux corps, et chacun connaît sa haute délicatesse. »

CHIMIE. — *Note sur les composés phospho-platiniques;*
par **M. P. Schützenberger.** (Extrait.)

« Dans une première Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie des Sciences, j'ai signalé l'existence d'un composé de formule

$$PhCl^3 . PtCl^2 \ (Pt = 197).$$

» Il prend naissance par l'action à chaud du perchlorure de phosphore sur l'éponge de platine, du protochlorure de phosphore sur le sous-chlorure de platine, du protochlorure de phosphore sur le chlorure de platoso-carbonyle :

$$PhCl^5 + Pt = PhCl^3 . PtCl^2,$$
$$PhCl^3 + PtCl^2 = PhCl^3 . PtCl^2,$$
$$PhCl^3 + COPtCl^2 = PhCl^3 . PtCl^2 + CO.$$

» D'après mes dernières recherches, ce corps peut servir de point de départ pour la synthèse régulière de deux séries très-nettes de combinaisons.

» ..... En résumé, j'ai obtenu par des réactions nettes les composés suivants, dont la formule est établie par analyses :

$PhCl^3PtCl^2$, chlorure de trichlorophosphoplatine;
$Ph(HO)^3PtCl^2$, acide phospho-chloroplatineux;
$Ph(AgO)^3PtCl^2$, phospho-chloroplatinite d'argent;
$Ph(C^2O^5O)^3PtCl^2$, chlorure de trioxéthyle phosphoplatine;
$Ph(C^2H^5O)^3PtO . H^2O$, hydrate d'oxyde de trioxéthyle phosphoplatine;
$Ph(C^2H^5O)^3PtO . Az^2O^5$, azotate de trioxéthyle phosphoplatine;
$Ph(C^2H^5O)^3PtH^4Az^2 . 2ClH$, chlorhydrate de trioxéthyle phosphoplatine diamine;

$Ph^2Cl^6PtCl^2$, chlorure de hexachloro-diphosphoplatine;
$Ph^2(HO)^6PtCl^2$, acide diphospho-chloroplatineux;
$Ph^2(AgO)^6PtCl^2$, diphospho-chloroplatinite d'argent;
$Ph^2(C^2H^5O)^6PtCl^2$, chlorure d'hexoxéthyle diphosphoplatine;
$Ph^2(C^2H^5O)^6PtH^4Az^2.2ClH$, chlorhydrate d'hexoxéthyle diphosphoplatine diamine;
$Ph^2(C^2H^5O)^3Cl^3PtCl^2$, chlorure de trichloro-trioxéthyle diphosphoplatine;
$Ph^2(C^2H^5O)^3(HO)^3PtCl^2$, acide diphospho-trioxéthyle chloroplatineux.

» Il est facile de voir que le nombre des combinaisons de ce genre pourra être augmenté facilement, les réactions génératrices étant aussi simples que celles qui président à la formation des sels métalliques.

» Les combinaisons du souschlorure de platine avec l'oxyde de carbone et le protochlorure de phosphore offrent une analogie frappante de constitution avec les bases ammonioplatiniques de Magnus et de Reiset : en effet, dans le sel de Magnus, $PtCl^2$ est combiné à Az^2H^6, et le composé $Az^2H^6PtCl^2$ réagit sur Az^2H^6 pour donner..... $Az^2H^4.Az^2H^6Pt.2ClH$, comme $C^2O^2PtCl^2$ donne, avec Az^2H^6....... $Az^2H^4.C^2O^2Pt.2ClH$, et $Ph^2(C^2H^5O)^6PtCl^2$ donne, avec Az^2H^6, $Az^2H^4.Ph^2(C^2H^5O)^6Pt.2ClH$. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de restes organiques dans des roches considérées comme ayant une origine ignée.* Extrait d'une Lettre de **M. C. Montagna** à M. le Président.

« Quelques journaux scientifiques, avant d'étudier les faits que j'ai publiés dans les deux Mémoires : I. *Intorno all' esistenza di resti organizzati nelle rocce dette azoiche ed alla doppia origine del granito* (Torino, 1866); II. *Nouvelle théorie du métamorphisme des roches fondée sur les phénomènes de fossilisation des animaux et des plantes de tous les âges géologiques* (Naples, 1869), concluent *à priori* que, probablement, il s'agit de découvertes qui n'existent pas. Le journal *Das Ausland* (n° 50, 1869), par exemple, après avoir rapporté une critique de M. Bornemann sur les découvertes microscopiques de M. Jenzsch, conclut dans le même sens; et cela, en ignorant tous les faits exposés par moi, et sans prouver qu'aucune de mes explications soit fausse.

» Je ne vois pas en quoi l'objection de M. Bornemann est capable de prouver l'impossibilité des découvertes de M. Jenzsch, car, en excluant quelques inductions avancées par ce dernier, mon expérience sur les pétrifications et les minéralisations des restes organiques me donne l'assurance que les substitutions moléculaires peuvent bien les transformer plusieurs

fois, et même en matière cristalline dans un milieu cristallin : et ceci soit dit, en passant, pour ne pas décourager M. Jenzsch dans ses recherches. Pour ce qui me concerne, la question doit être considérée sous un autre point de vue. Les formes organiques que j'ai étudiées ne sont pas microscopiques; elles se présentent quelquefois d'une façon si évidente, que même une personne peu habituée à ces recherches peut les reconnaître, car un psammite ou une argile des terrains dits houillers ne saurait en donner de plus beaux échantillons. Je pourrais dire d'ailleurs que quelques-uns des faits exposés par moi, depuis la publication de mon dernier Mémoire, ont été reconnus par M. Wolf, géologue autrichien, et par le géologue et botaniste M. de Tchihatcheff. Mais je me contente de déclarer que je possède chez moi, à Naples, plusieurs échantillons qui présentent les faits par moi découverts. Je les tiens à la disposition de quiconque me les demandera, en lui permettant même d'en prendre des images photographiques. »

BOTANIQUE. — *De la gémination des verticilles des axes floraux chez les Alismacées.* Note de **M. D. Clos**. (Extrait.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie l'observation d'une particularité organique propre à la famille des Alismacées, et dont on n'a pas, je crois, signalé d'autre exemple dans le règne végétal : c'est le phénomène de *gémination des verticilles de pédoncules,* c'est-à-dire le rapprochement, soit sur un même plan horizontal, soit à une très-petite distance l'un de l'autre, de deux verticilles d'axes floraux d'une plante dont les autres verticilles sont séparés par de longs entre-nœuds.

» Bien que cette disposition soit générale dans le groupe naturel des Alismacées, elle s'y montre, dans chacun de ses genres, avec des modifications qui méritent un examen spécial. »

L'auteur étudie comparativement, à ce point de vue : 1° le genre *Alisma;* 2° le genre *Damasonium;* 3° le genre *Sagittaria.*

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les phénomènes de condensation électrique* (1). Note de **M. Neyreneuf**. (Extrait.)

« .... Un condensateur étant chargé, on réunit, pendant quelque temps, les deux plateaux par l'excitateur. Il semblerait, d'après les idées généralement reçues, que l'on ne doit plus trouver d'électricité sur l'appareil :

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1192.

cependant si l'on éloigne l'une des branches de l'excitateur, et qu'on rapproche vivement de cette branche la lame conductrice primitivement en contact avec elle, on obtient une étincelle assez forte; si l'on rapproche la lame conductrice de la lame isolante, et qu'on rapproche ensuite l'excitateur, il jaillit une petite étincelle, et ainsi de suite un assez grand nombre de fois.

» Le temps pendant lequel s'opère le contact semble avoir de l'influence sur la force de l'étincelle. »

M. J. Gaube écrit, pour rappeler qu'il a donné, en 1869, la démonstration du mode d'action de la créosote dans la fièvre typhoïde, de la diminution de la durée de la période fébrile, enfin qu'il a signalé les désordres causés sur les globules blancs du sang par cette maladie.

M. Saintour adresse, de Tournon, une Note relative à un appareil respirateur, destiné à combattre l'asphyxie.

M. Delaurier adresse une Note portant pour titre « Paradoxe apparent sur la production de l'électricité dynamique ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et de Chirurgie présente, par l'organe de son doyen, M. Andral, la liste suivante de candidats à la place de Correspondant, vacante dans son sein par suite du décès de *M. Lawrence* :

En première ligne	M. Lebert, à Breslaw.
En deuxième ligne, par ordre alphabétique.	M. Bowman, à Londres. M. Donders, à Utrecht.
En troisième ligne, par ordre alphabétique.	M. Bennet, à Édimbourg. M. Hannover, à Copenhague. M. Kolliker, à Wursbourg. M. Paget, à Londres.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La Section d'Anatomie et de Zoologie, par l'organe de son doyen, M. Milne Edwards, présente la liste suivante de candidats à la place de Correspondant, vacante par suite du décès de *M. Carus :*

En première ligne : M. **Brandt**, à Saint-Pétersbourg.

En seconde ligne, et par ordre alphabétique.....
M. **Bischoff** (Th.-Ludv.-Wilh.), à Munich.
M. **Darwin** (Ch.), à Down-Beckenham (Angleterre).
M. **Huxley**, à Londres.
M. **Hyrtl**, à Vienne.
M. **Leuckart** (Rudolph), à Leipzick.
M. **Loven**, à Stockholm.
M. **Steenstrup**, à Copenhague.
M. **Vogt** (Ch.), à Genève.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 20 juin 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Topographie médicale de Baréges. Le sol, le climat, les eaux ; par M. Armieux. Paris, 1870; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Recherches physiologiques et chimiques sur la nicotine et le tabac, précédées d'une introduction sur la méthode expérimentale et thérapeutique; par M. A. Blatin. Paris, 1870; in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin.)

Le pendule et les planètes; par M. V. Oudart. Sedan, 1870; br. in-4° autographiée.

Description d'un Saurien *nouveau de l'Afrique occidentale; par* M. Barboza du Bocage. Lisbonne, 1870; opuscule in-8°. (Extrait du *Journal des Sciences mathématiques, physiques et naturelles*, n° 9.)

Reliquiæ Aquitanicæ. *Contributions pour servir à l'histoire de l'archéologie et de la paléontologie du Périgord et des provinces voisines du midi de la France; par* MM. E. Lartet *et* H. Cristy, liv. 8 à 10, février, avril, mai 1870, 3 liv. Londres, sans date; in-4° texte et planches.

On the... *Sur la réflexion de la lumière polarisée par des surfaces polies, transparentes et métalliques;* par M. S. HAUGHTON. Dublin, sans date; in-4°.

On the... *Sur les marées des mers arctiques;* par M. S. HAUGHTON, 1re partie : *Marées diurnes au port Léopold, North-Somerset.* Dublin, sans date; in-4°.

On the... *Sur les marées des mers arctiques;* par M. S. HAUGHTON, 3e partie: *Marées semi-diurnes à Frederiksdal, près du cap Farewell au Groenland.* Dublin, sans date; in-4°.

On... *Note sur de nouvelles applications du ferrocyanide de potasse dans les analyses chimiques;* par M. E.-W. DAVY. Dublin, 1861; opuscule in-8°.

On the... *De l'action des acides nitriques et nitreux sur les sulfocyanides;* par M. E.-W. DAVY. Dublin, 1870; opuscule in-8°.

On the... *Sur la présence de l'arsenic dans quelques engrais artificiels, et sur son absorption dans les plantes pour lesquelles cet engrais a été employé;* par M. E.-W. DAVY. Dublin, 1859; opuscule in-8°.

On... *Méthode simple et prompte pour le dosage de l'acide phosphorique et de ses composés, particulièrement approprié à l'analyse des engrais phosphatiques et des cendres des plantes;* par M. E.-W. DAVY. Dublin, 1860; opuscule in-8°.

On the... *Sur les effets nuisibles résultant de l'emploi des couleurs arsénicales dans les manufactures de papiers de tentures, de peintures, etc.;* par M. E.-W. DAVY. Dublin, 1861; opuscule in-8°.

On... *Sur le chanvre et la possibilité d'étendre sa culture en Irlande, avec des instructions sur la manière de diriger cette culture;* par M. E.-W. DAVY. Dublin, 1865; br. in-8°.

Sui... *Mémoire sur les progrès de la chirurgie conservatrice dans les blessures articulaires par armes à feu;* par M. le prof. Fr. CORTESE. Venise, 1869; in-4°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Di... *Histoire raisonnée d'une blessure de balle au cerveau, avec séjour du projectile pendant dix-neuf ans et demi;* par M. le prof. F. CORTESE. Venise, 1870; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Sunto... *Analyse et examen de l'ouvrage du Baron Hippolyte Larrey, intitulé :* Études sur la trépanation du crâne, etc.; *par* M. le prof. Fr. CORTESE. Venise, 1870; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Opinioni... *Opinions et expériences anciennes et modernes concernant la chaleur du rayonnement lunaire et aussi du rayonnement stellaire;* par M. le prof. VOLPICELLI. Rome, 1870; in-4°.

Di... *Mémoire sur un baromètre photographique et formules pour compenser*

automatiquement les effets de la température sur un baromètre quelconque; par M. le prof. VOLPICELLI. Rome, 1870; in-4°.

Bullettino... *Bulletin de bibliographie et d'histoire des sciences mathématiques et physiques, publié par* M. B. BONCOMPAGNI; t. II, décembre 1869. Rome, 1869; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

L'Académie a reçu, dans la séance du 27 juin 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Études théoriques et pratiques d'agronomie et de physiologie végétale; par M. Is. PIERRE, t. III : *Céréales*. Paris, sans date; 1 vol. in-12.

Étude sur la zone à Avicula contorta, *et l'infralias dans le sud et le sud-est de la France; par* M. L. DIEULAFAIT. Paris, 1870; in-8°.

Annales des conducteurs des Ponts et Chaussées et des gardes-mines, t. XIII : *Table alphabétique des matières*. Paris, sans date; in-8°.

Examens de quelques points de la géologie de la France méridionale, etc.; par M. HÉBERT. Paris, 1869; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*.)

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, t. XIII, 2e cahier. Paris, 1869; in-8°.

Hygiène publique : Empoisonnement des eaux potables par le plomb; par M. A. REINVILLIER. Paris, 1870; in-8°. (2 exemplaires.)

Sur quelques sommations et transformations de séries; par M. E. CATALAN. Rome, 1870; in-4°. (Extrait des *Atti dell' Accademia pontificia de Nuovi Lincei*.)

Description d'une méthode nouvelle pour déterminer les capacités calorifiques des corps liquides; par M. E. WARTMANN. Genève, 1870; br. in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle*.)

Tableaux d'analyse chimique qualitative; par M. W. HAMPE, *traduits de l'allemand avec l'autorisation de l'auteur, par* M. Ch. BAYE. Paris, 1870; in-8° cartonné.

Névrotomie dans le tétanos traumatique; par M. LÉTIÉVANT. Lyon, 1870; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Conférence sur la théorie de la musique faite à la Faculté des Sciences de Bordeaux le 16 mars 1869; par M. A. BAUDRIMONT. Bordeaux, 1870; in-8°.

Pioggia... *Pluie et neige mêlées de diverses substances, tombées, dans la nuit*

du 13 *au* 14 *février* 1870, *dans la Ligurie, dans le Piémont et d'autres parties de l'Italie, avec les analyses qualitatives et quantitatives; par* M. le prof. ZANTEDESCHI. Venise, 1870; opuscule in-8°.

Nouvelle méthode de traitement du choléra-morbus; par M. G. BARRACANO. Naples, 1852; in-8°. (5 exemplaires.)

Osservazioni... *Observations sur le choléra-morbus; par* M. G. BARRACANO. Naples, 1853; in-8°.

Osservazioni... *Observations sur le choléra-morbus; par* M. G. BARRACANO. Naples, 1849; in-8°.

Versi... *Poésies de* F. MALFATTI *et* V. FORTI. Ancône, 1870; in-8°. (2 exemplaires.)

Psicografia.... *Psycographie; par* MM. WAHLTUCH (d'Odessa). Naples, 1870; in-8° avec figures.

Di... *Sur une habitation lacustre en Valcuvie; par* M. L. MAGGI. Milan, 1870; opuscule in-8°.

Sulla... *Sur la production des Amibes; par* M. L. MAGGI. Milan, 1870; opuscule in-8°.

Sull'... *Sur l'existence de l'homme à l'époque tertiaire; par* M. L. MAGGI. Milan, 1870; opuscule in-8°.

Ueber... *Sur une méthode facile, prompte et sûre de doser l'acide nitrique, et sur sa quantité dans les eaux potables de Bâle; par* M. F. GOPPELSROEDER. Leipzig, 1870; in-8°.

Verhandlungen... *Transactions de la Société des Médecins et Naturalistes d'Heidelberg*, t. V, 3e partie. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Ueber... *Sur la toison de l'espèce éteinte des Rhinocéros du Nord* (Rhinoceros tichorhinus); *par* M. J.-F. BRANDT. Br. in-8°.

Neue... *Nouvelles recherches sur les restes fossiles de mammifères dans l'Altaï. Essai pour servir à l'histoire de la faune quaternaire de la Russie; par* M. J.-F. BRANDT. Br. in-8°.

Ergänzungen... *Additions et corrections à l'histoire naturelle de la famille des Alcides; par* M. J.-F. BRANDT. Br. in-8°.

(Ces trois dernières brochures sont extraites du *Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*.)

Ueber... *Sur les restes fossiles de mammifères trouvés par* M. A. GOEBEL, *dans son voyage en Perse, près de la ville de Maragha, dans l'Aderbeidjan; par* M. J.-F. BRANDT. Riga, sans date; opuscule in-4°.

Verzeichniss... *Catalogue des publications faites par l'Observatoire royal astronomique de Munich durant les cinquante premières années de son existence, c'est-à-dire de* 1820 *à* 1869. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Annalen... *Annales de l'Observatoire royal de Munich*, t. XVII. Munich, 1869; in-8°.

Verzeichniss... *Catalogue de 4793 étoiles télescopiques entre les degrés 3 et 9 de déclinaison, qui ont été observées et réduites dans l'Observatoire de Munich depuis l'année* 1850. Munich, 1869; in-8°.

An... *Almanach pour l'année* 1870, *contenant un exposé des principaux phénomènes astronomiques et autres phénomènes, et aussi des renseignements relatifs au gouvernement, aux finances, à la population, etc.; par* M. J. WHITAKER. Londres, 1870; in-8° relié.

A report... *Rapport sur les excisions de la tête du fémur dans les blessures par armes à feu; par* M. le lieut.-col. G.-A. OTIS. Washington, 1869; in-4° relié. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Jornal... *Journal des Sciences mathématiques, physiques et naturelles, publié sous les auspices de l'Académie royale des Sciences de Lisbonne*, t. I, novembre 1866 à décembre 1867; t. II, août 1868 à décembre 1869. Lisbonne, 1868-1870; 2 vol. in-8°.

Memorias... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Lisbonne, classe des Sciences mathématiques, physiques et naturelles*. Nouvelle série, t. IV, 1re partie. Lisbonne, 1867; in-4°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JUIN 1870.

Annales de Chimie et de Physique; mai et juin 1870; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; nos 9 et 10, 1870; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; 9e, 10e et 11e livraisons, 1870; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 4, 1870; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; avril 1870; in-8°.

Annales du Génie civil; juin 1870; in-8°.

Annales industrielles; nos 16 à 18, 1870; in-4°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, nos 175 à 178, 1870; in-8°.

Atti dell' Ateneo Veneto; 3e et 6e cahiers, 1870; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 150, 1870; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; nos des 31 mai et 15 juin 1870; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 5, 1870; in-8°.

Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal; n°s 4 et 5; in-4°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; avril 1870; in-4°.

Bulletin de la Société Géologique de France; feuilles 57 à 65, t. XXVI; feuilles 19 à 30, t. XXVII, 1870; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; mai 1870; in-8°.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'Agriculture de France; n° 4, 1870; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; janvier et février 1870; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 juin 1870; in-8°.

Bulletin hebdomadaire du Journal de l'Agriculture; n°s 23 à 26, 1870; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire impérial de Paris, du 14 février au 31 mars 1870; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; n° 3, 1870; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; n° 5, 1870; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n°s 23 à 26, 1er semestre 1870; in-4°.

Correspondance slave; n°s 43 à 50, 1870; in-4°.

Cosmos; n^{os} des 4, 11, 18, 25 juin 1870; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 63 à 74, 1870; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 23 à 26, 1870; in-4°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 22 à 25, 1870; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; juin 1870; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n°s 94 et 95, 1870; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; avril 1870; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n°s 29 et 30, 1870; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; avril 1870; in-4°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 31 mars 1870; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; avril 1870; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; juin 1870; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n°s 16 et 17, 1870; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 8 à 10, 1870; in-fol.

Journal général de l'Instruction publique; n°s 22 à 24, 1870; in-4°.

L'Abeille médicale; nos 13 à 15, 1870; in-4°.

L'Aéronaute; nos 23 à 26, 1870; in-8°.

L'Art dentaire; mai 1870; in-8°.

L'Art médical; juin 1870; in-8°.

La Santé publique; nos 72 à 75, 1870; in-4°.

Le Gaz; n° 5, 1870; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 6 et 7, 1870; in-4°.

Le Mouvement médical; nos 23 à 26, 1870; in-4°.

Les Mondes; nos des 2, 9, 16, 23, 30 juin 1870; in-8°.

L'Imprimerie; n° 77, 1870; in-4°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres*; nos 7 et 8, 1870; in-8°.

Montpellier médical.... Journal mensuel de médecine; juin 1870; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; juin 1870; in-8°.

Nouvelles météorologiques, publiées par la Société météorologique; juin 1870; in-8°.

Observatoire météorologique de Montsouris; 1 à 28 juin 1870; in-4°.

Répertoire de Pharmacie; mai 1870; in-8°.

Revue Bibliographique universelle; juin 1870; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; nos 27 à 30, 1870; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; n° 6, 1870; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 11 et 12, 1870; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 30 à 33, 1870; in-8°.

Revue maritime et coloniale; juin 1870; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; juin 1870; in-8°.

The Academy; n° 9, 1870; in-4°.

The Food Journal; juin 1870; in-8°.

The Scientific Review; n° 6, 1870; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 20 juin 1870.)

Page 1328, ligne 16, *au lieu de* M. Darroux, *lisez* M. Darboux.

Page 1330, ligne 36, *au lieu de* Rege, *lisez* Reye.

» ligne 37, *au lieu de* Gœtingue, *lisez* Gœttingue.

Page 1331, ligne 29, *au lieu de* cercles, *lisez* courbes.

FIN DU TOME SOIXANTE-DIXIÈME.